MỤC LỤC

Trang

LỜI MỞ ĐẦU **1**
CHƯƠNG 1.GIỚI THIỆU CHUNG VỀ HỆ THỐNG BƠM **2**
1.1. Khái quát chung về các hệ thống bơm 2
1.1.1. Khái quát chung 2
1.1.2. Vai trò của bơm 2
1.2. Phân loại chung hệ thống bơm 3
1.3. Vai trò của bơm trong từng hệ thống 4
1.2.1. Hệ thống bơm cứu hỏa 4
1.2.2. Sơ đồ nguyên lý của hệ bơm bồn kín 15
1.2.3. Sơ đồ nguyên lý của hệ thống bơm bồn hở 17
1.2.4. Cấu trúc bơm trong hệ thống lái tàu thủy 19
1.2.5. Sơ đồ bơm trong hệ thống thủy lực của cầu trục 157kN 21
1.2.6. Hệ thống bơm cấp nước cho bao hơi 26
1.3. Các thông số và đặc tính cơ bản 29
1.3.1. Các thông số cơ bản của bơm. 29
1.3.2. Đặc tính của bơm 30
CHƯƠNG 2.CÁC HỆ THỐNG TRUYỀN ĐỘNG ĐIỆN , TRANG BỊ ĐIỆN -ĐIỆN TỬ CỦA HỆ THỐNG BƠM 32
2.1. Yêu cầu về trang bị điện-điện tử cho hệ thống bơm 32
2.2. Một số khí cụ thường dùng trong hệ truyền động máy bơm 33
2.2.1. Cảm biến mức 33
2.2.2. Cảm biến nhiệt độ 34
2.2.3. Rơ le thời gian 35
2.2.4. Rơle áp suất và rơle nhiệt độ 35
2.2.5. Aptomat 36

2.2.6. Rơle áp suất cao và thấp 36
2.2.7. Van hồi dầu 37
2.3. Thiết kế hệ thống 37
2.3.1. Sơ đồ cấu trúc hệ thống bơm tăng áp 2 cấp 37
2.4. Xây dựng cấu trúc hệ thống 40
2.4.1. Thiết kế tủ động lực 40
2.4.2. Xây dựng mạch động lực 41
2.4.3. Xây dựng mạch điều khiển 42
CHƯƠNG 3.THIẾT KẾ CHƯƠNG TRÌNH ĐIỀU KHIỂN 46
3.1. Tổng quan về PLC S7-300 46
3.2. Chương trình điều khiển trên PLC 51
3.2.1. Lưu đồ thuật toán 51
3.2.2. Viết chương trình điều khiển 52
3.3. Mô phỏng 56
KẾT LUẬN 59
TÀI LIỆU THAM KHẢO 60

LỜI MỞ ĐẦU

Ngày nay, những tiến bộ không ngừng của khoa học kỹ thuật, nhất là các ứng dụng của điện tử - tin học vào cuộc sống đã làm thay đổi sâu sắc cả về mặt lý thuyết và thực tế trong lĩnh vực tự động hóa.

Ngoài sự ra đời của các tiến bộ biến đổi điện tử công suất với kích thước nhỏ gọn và tác động nhanh, nhạy, dễ dàng ghép nối với các vi mạch điều khiển với các máy tính. Các phần mềm chương trình điều khiển luôn được nâng cao và ngày càng hoàn thiện hơn nhằm đáp ứng tốt với các nhu cầu của thiết bị sản xuất và đời sống.

Với nhu cầu trên em được giao đề tài : **“ Thiết kế hệ thống bơm dầu tăng áp 2 cấp cho hệ phát điện dự phòng công suất lớn ”**

Trong quá trình làm đồ án, được sự giúp đỡ hướng dẫn nhiệt tình của thầy giáo hướng dẫn và các bạn em đã hoàn thành được đồ án này. Tuy nhiên do trình độ có hạn, bản đổ án không thể tránh khỏi những thiếu sót.

Em mong nhận được sự góp ý của các thầy cô giáo và các bạn.

Sinh viên

Phạm Văn Tuân

CHƯƠNG 1.

GIỚI THIỆU CHUNG VỀ HỆ THỐNG BƠM

1.1. Khái quát chung về các hệ thống bơm

1.1.1. Khái quát chung

Bơm là máy thuỷ lực dùng để hút và đẩy chất lỏng từ nơi này đến nơi khác. Chất lỏng dịch chuyển trong đường ống nên bơm phải tăng áp suất chất lỏng ở đầu đường ống để thắng trở lực trên đường ống và thắng hiệu áp suất ở 2 đầu đường ống. Năng lượng bơm cấp cho chất lỏng lấy từ động cơ điện hoặc từ các nguồn động lực khác (máy nổ, máy hơi nước…).

Điều kiện làm viêc của bơm rất khác nhau (trong nhà, ngoài trời, độ ẩm, nhiệt độ v.v…) và bơm phải chịu được tính chất lý hoá của chất lỏng cần vận chuyển.

1.1.2. Vai trò của bơm

Là máy để di chuyển dòng môi chất, và tăng năng lượng của dòng môi chất khi bơm làm việc năng lượng mà bơm nhận được từ động cơ sẽ chuyển hóa thành thế năng ,động năng và trong một chừng mực nhất định thành nhiệt năng của dòng môi chất.

Bơm được sử dụng rộng rãi trong nhiều lĩnh vực:

Trong nông nghiệp bơm là thiết bị không thể thiếu để thực hiện thủy lợi hóa.

Trong công nghiệp bơm được sử dụng trong công nghiệp khai thác mỏ quặng dầu hay trong các công trình xây dựng. Hiện nay trong điều khiển quá trình thì bơm được sử dụng nhiều trong việc vận chuyển ngyên liệu, hóa chất, quặng dầu….là phương tiện chuyển tiện lợi và kinh tế

Trong ngành chế tạo máy bơm được sử dụng phổ biến, nó là một trong những bộ phận chủ yếu của hệ thống điều khiển thủy lực và hệ thống điều khiển.

Trong thực tế kĩ thuật thì có 3 loại bơm được sử dụng rộng rãi là bơm li tâm, bơm hướng trục và bơm pistong. Biểu đồ phân bố phạm vi sử dụng của các loại bơm thông dụng được thể hiện.

1.2. Phân loại chung hệ thống bơm

Phụ thuộc vào đặc tính cấu trúc, điều kiện lắp ráp và môi trường hoạt động. Bởi vậy có rất nhiều tiêu chuẩn để phân loại máy bơm. Sau đây là vài tiêu chuẩn phổ biến:

- Dựa trên đặc tính tác dụng phân ra: máy bơm thể tích và máy bơm động học

Máy bơm động học:

Máy bơm cánh(cánh dẫn) : máy bơm động học và máy bơm thể tích

Máy bơm điện

Máy bơm ma sát

Máy bơm thể tích

Máy bơm dạng tịnh tiến

Máy bơm dạng tay quay

Máy bơm dạng roto - quay, roto – tịnh tiến.

- Dựa trên đặc tính cấu trúc:

Theo hướng đặt trục quay hoặc cơ cấu làm việc: máy bơm nằm ngang , máy bơm đặt đứng, máy bơm trục đứng.

Theo số lượng cấp, số lượng dòng: mấy bơm đơn cấp, máy bơm đa cấp, máy bơm đơn dòng, máy bơm đa dòng.

Theo yêu cầu vận hành: mấy bơm một chiều, máy bơm thuận nghịch,máy bơm điều khiển, máy bơm bù.

- Dựa trên nguồn phát động máy bơm:

Máy bơm điện – hoạt động nhờ động cơ điện

Máy bơm diesel – hoạt động nhờ động cơ diesel

Máy bơm thủy lực – hoạt động nhờ động cơ thủy lực.

1.3. Vai trò của bơm trong từng hệ thống

1.2.1. Hệ thống bơm cứu hỏa

- Chức năng ,công dụng của hệ thống:

Hệ thống chữa cháy tự động Spinkler đối với thế giới bây giờ thực sự phổ thông, cần thiết và rất hiệu quả kể cả về mặt kinh tế cũng như kỹ thuật tạo sự an toàn cho con người và tài sản vật chất, phát huy rất nhiều hiệu quả cho những nơi sử dụng hệ thống này.Mỗi khi rủi ro có sự cố xảy ra, và được sự khuyến cáo của Hiệp hội phòng cháy chữa cháy quốc tế và yêu cầu thực sự cần thiết lắp đặt cho những công trình công cộng.

Hệ thống đường ống được bố trí điều này sẽ được lắp đặt các đầu cảm ứng nhiệt theo từng thang bậc nhiệt độ khác nhau trong thiết kế sử dụng của từng công trình.Những đầu cảm ứng nhiệt này sẽ làm công tác giám sát nhiệt độ 24/24 khi hệ thống đã được hoạt động.Tất cả các đường ống này được lắp đặt theo yêu cầu kỹ thuật cao và được kết nối lại với nhau và phân chia theo từng khu vực (Zone) bảo vệ và đi về phòng bơm.Nơi đó được lắp đặt các đầu tự phun khắp các diện tích cần được bảo vệ đã được tính toán thiết kế, trên các đường ống bơm, các loại valve kiểm soát, valve báo động, tủ điều khiển máy bơm, hệ thống giám sát các loại valve, máy bơm, hồ chứa nước.

Mô tả chi tiết hệ thống:

- Nguồn nước cấp cho bể chứa lấy từ hệ thống cấp nước thành phố.Ngoài ra hệ thống còn được trang bị them 2 họng tiếp nước lắp đặt tại hồ chứa nước và tại nhà bảo vệ để nhận nước từ bên ngoài khi có sự cố xảy ra mà nguồn nước dự trữ không đủ cung cấp
- 1 bơm bù áp (Jockey) trục đứng đa cấp được điều khiển tự động bằng tay thông qua tủ điều khiển đặt ngay gần hệ thống bơm.
- 2 bơm ly tâm trục ngang được điều khiển tự động và bằng tay thông qua tủ điều khiển được đặt ngay gần hệ thống máy bơm.
- Hệ thống tủ điện : gồm 2 tủ điện

+ Tủ 1 điều khiển bơm điện 1 và bơm Jockey

+ Tủ 2 điều khiển bơm điện 2

Nguyên lý vận hành hệ thống

A. Hệ thống Hose reel

Bình thường trong đường ống áp lực luôn là 7kg/cm^2 . Khi có sự cố cháy xảy ra, ta chỉ việc kéo cuộn vòi đến vị trí cháy, đồng thời có 1 người vở van khống chế của hệ thống hose reel. Khi đó áp lực nước trong đường ống tự phun ra, lúc này áp lực trong đường ống tự giảm đi sẽ làm cho hệ thống bơm điện cấp nước vào hệ thống để bù vào lượng nước mất đi và được duy trì cho đến khi chúng ta hoàn toàn khống chế được đám cháy. Lúc này ta nhấn STOP để dừng máy bơm điện và đồng thời khởi động bơm Jockey để bù lại lượng nước đã mất đi. Khi áp lực nước tăng đến 7kg/cm^2 như ban đầu, máy bơm Jockey sẽ tự động tắt và đưa hệ thống về trạng thái tự động

B. Hệ thống Hydrant

Hệ thống được kết nối chung với hệ thống chữa cháy tự động Spinkler và hệ thống hose reel được bố trí bên ngoài làm nhiệm vụ chữa cháy vòng ngoài của siêu thị. Khi có sự cố cháy xảy ra, ta chỉ việc kéo cuộn vòi đến vị trí cháy đồng thời có 1 người mở van khống chế của hệ thống HYDRANT. Khi đó áp lực nước trong đường ống tự động phun ra, áp suất trong đường ống tự động giảm đi sẽ làm cho hệ thống bơm điện hoạt động cấp nước vào hệ thống để bù lượng nước mất đi và duy trì cho đến khi chúng ta khống chế hoàn toàn được đám cháy. Lúc này ta nhấn STOP để dừng bơm điện và đông thời khởi động bơm Jockey để bù lại lượng nước chữa cháy. Khi áp lực nước tăng đến 7kg/cm^2 như ban đầu, bơm Jockey sẽ tự động tắt và đưa hệ thống trở về chế độ tự động.

BƠM ĐIỆN SỐ 1

Tr- ớc khi vận hành thử máy bằng tay vị trí MANUEL nên kiểm tra lại tình trạng vận hành tự động của máy bơm điện

Đóng valve số 21,22,23 của hệ thống 3 ZONE 1,2,3

Chuyển công tắc chuyển mạch về vị trí OFF của bơm Jockey và bơm điện số 2

Mở từ từ valve số 29 gần công tắc áp lực và đồng hồ áp lực lúc vận hành

Ghi nhớ lại áp lực kế khi bơm điện vận hành tự động lại(4.5 7kg/cm^2 áp lực) bơm điện số 1

Để máy bơm vận hành trong 10 phút để kiểm tra

Đóng từ từ valve số 29

Chuyển công tắc từ vị trí MANUEL về vị trí STOP hoặc OFF bơm điện số 1

Mở valve số 21,22,23 của hệ thống 3 ZONE 1,2,3

Chuyển công tắc chuyển mạch của bơm Jockey về vị trí AUTO

Chuyển công tắc chuyển mạch của 2 bơm điện về vị trí AUTO

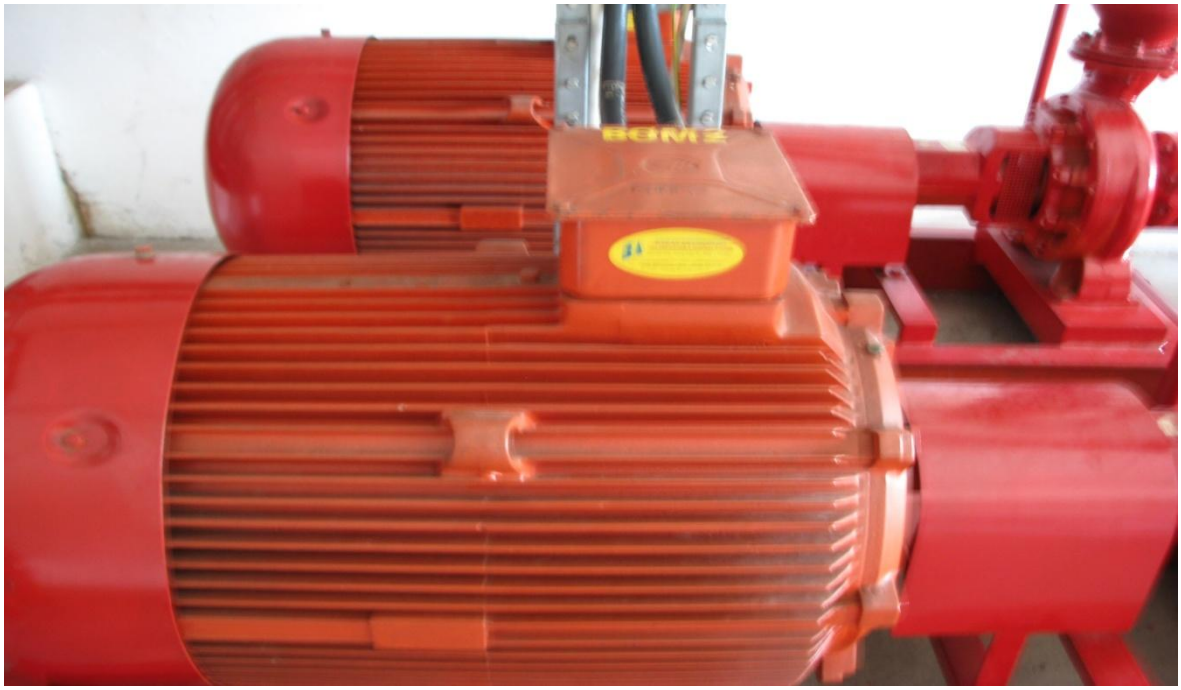
Kết thúc quá trình kiểm tra bơm điện số 1

Kiểm tra lại hệ thống báo động tại trạm điều khiển

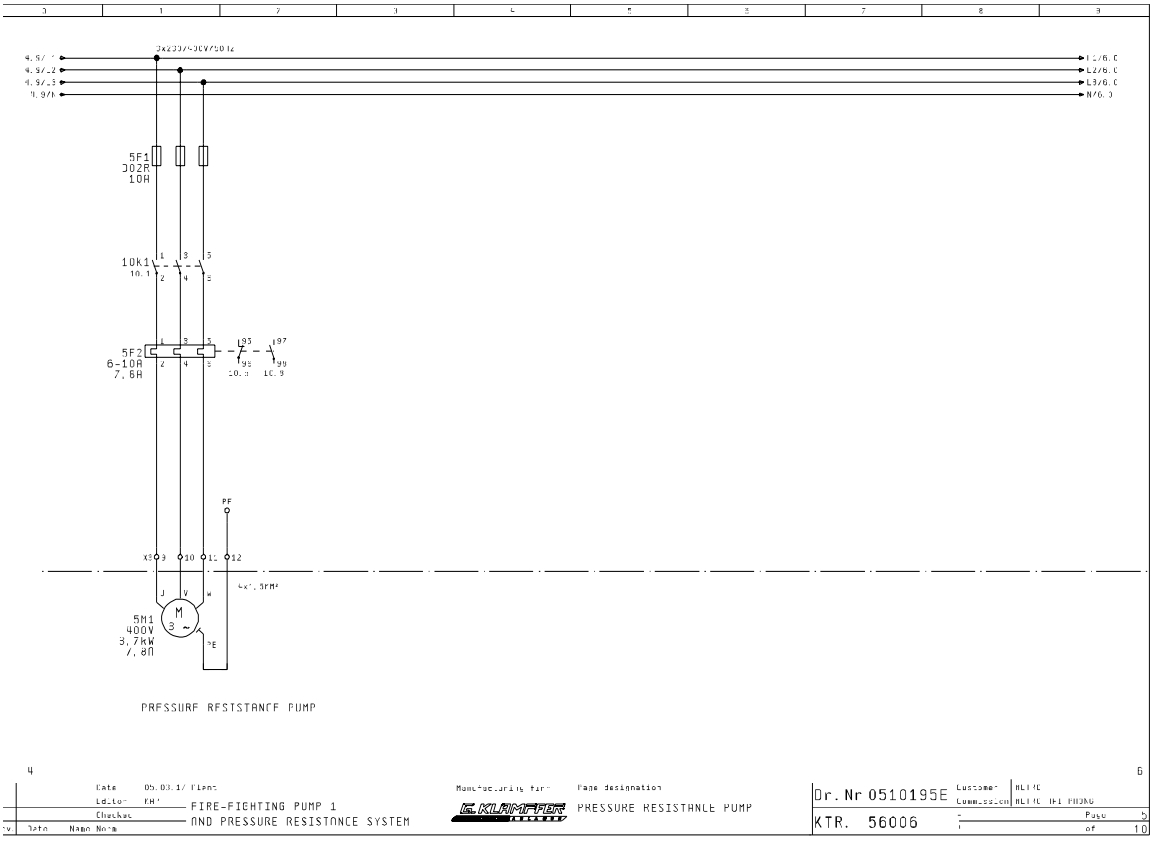
Kiểm tra phao và mức n- ớc của hồ chứa

BƠM ĐIỆN SỐ 2 LÀM T□ƠNG TỰ BƠM ĐIỆN SỐ 1

Hình 1.1: Vị trí 2 bơm

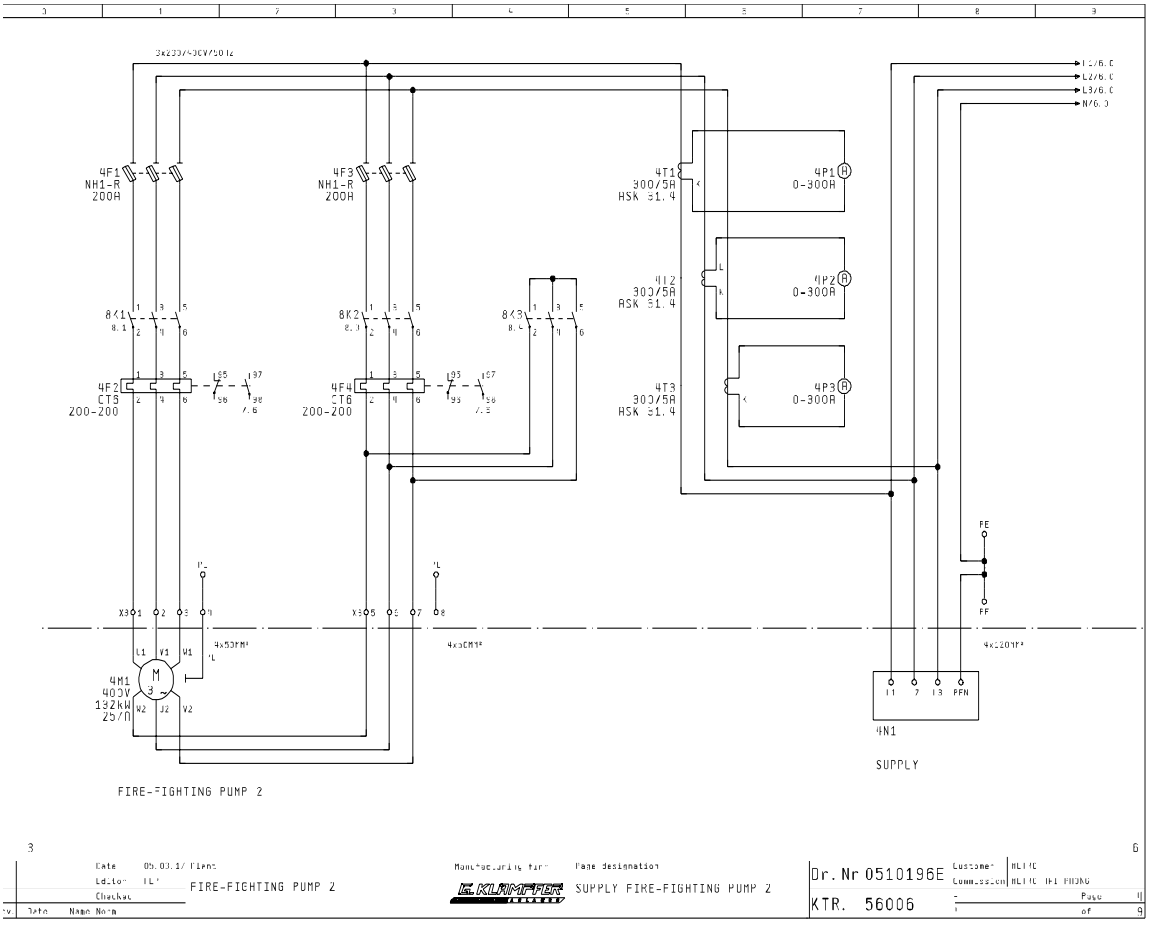


Mạch động lực cho bơm điện số 1 và số 2:



Hình 1.2: Sơ đồ mạch cấp nguồn cho bơm điện số 1 và số 2

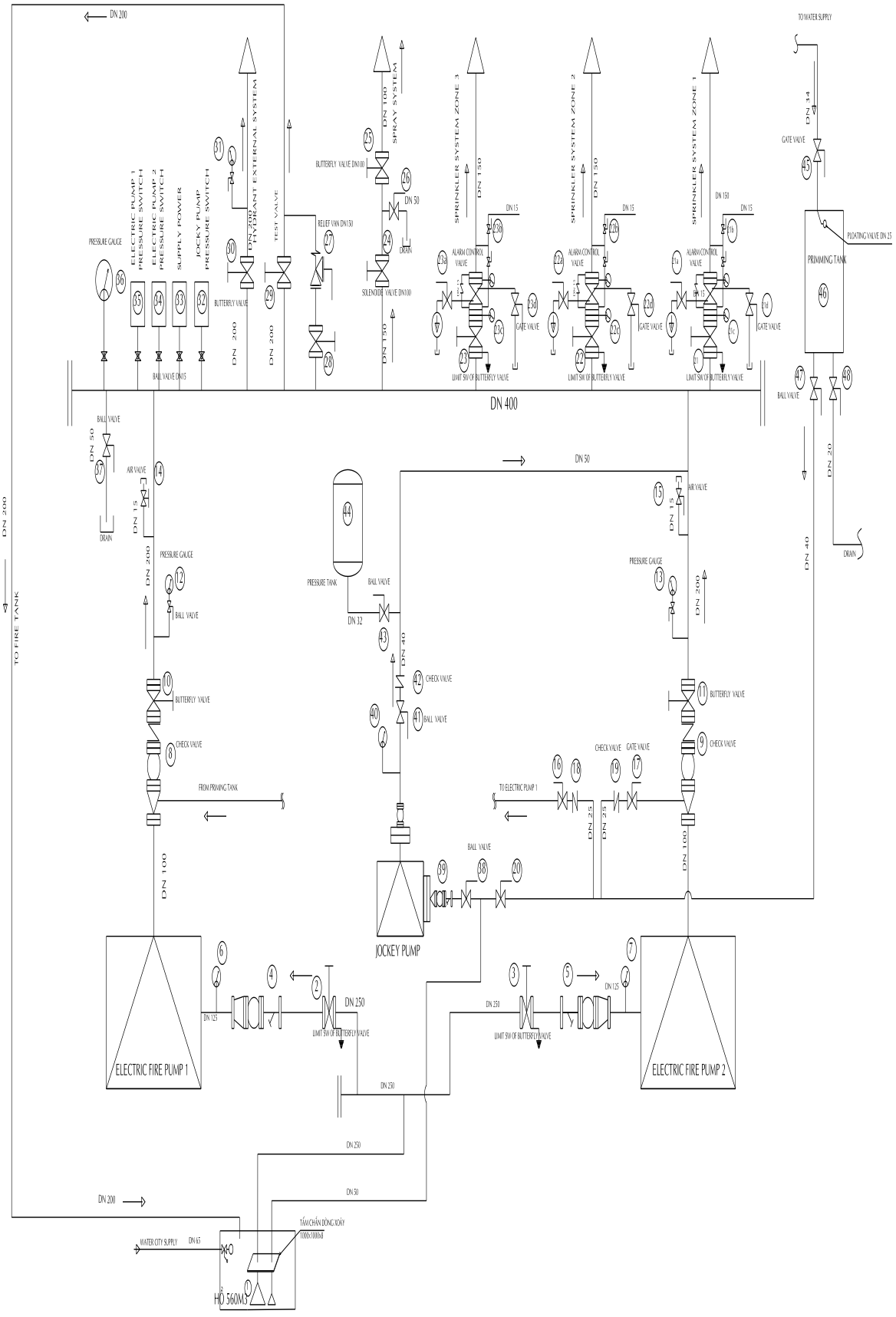
Ta cung cấp điện cho bơm từ lưới điện 3 pha để bơm hoạt động, trong mạch có các bộ phận như cầu chì, công tắc tơ, rơ le nhiệt để bảo vệ ngắn mạch điều khiển, bảo vệ nguồn và bảo vệ quá tải dòng cho phụ tải tránh trường hợp có sự cố xảy ra.



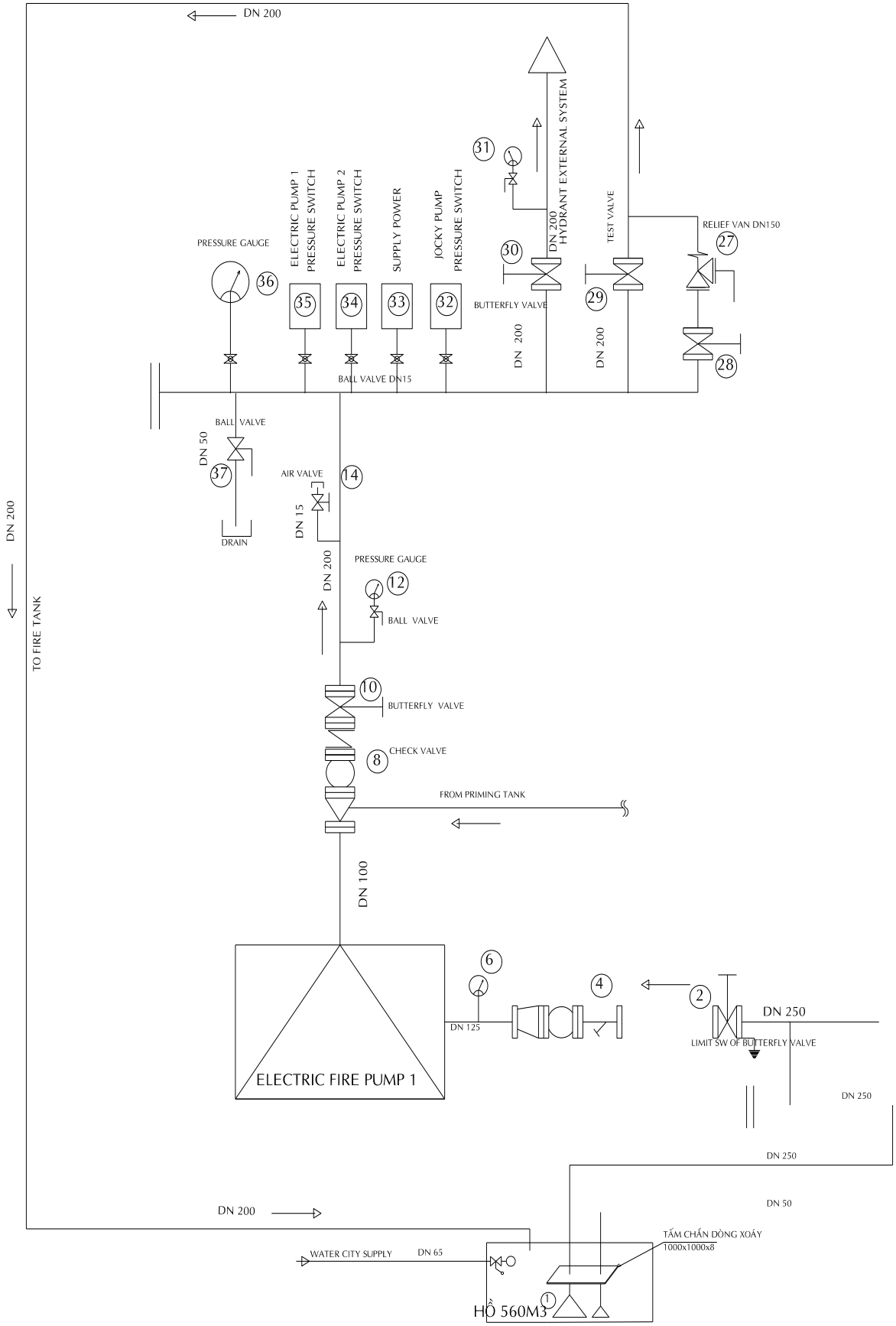
Hình 1.3: Sơ đồ động lực

Điện được lấy từ nguồn của sơ đồ hình 1.1 và được nối với 3 chiếc ampe kế để đo dòng qua mạch đảm bảo rằng dòng không vượt quá giá trị cho phép. Có các cầu chì , công tắc tơ và rơ le nhiệt để bảo vệ cho mạch điện.

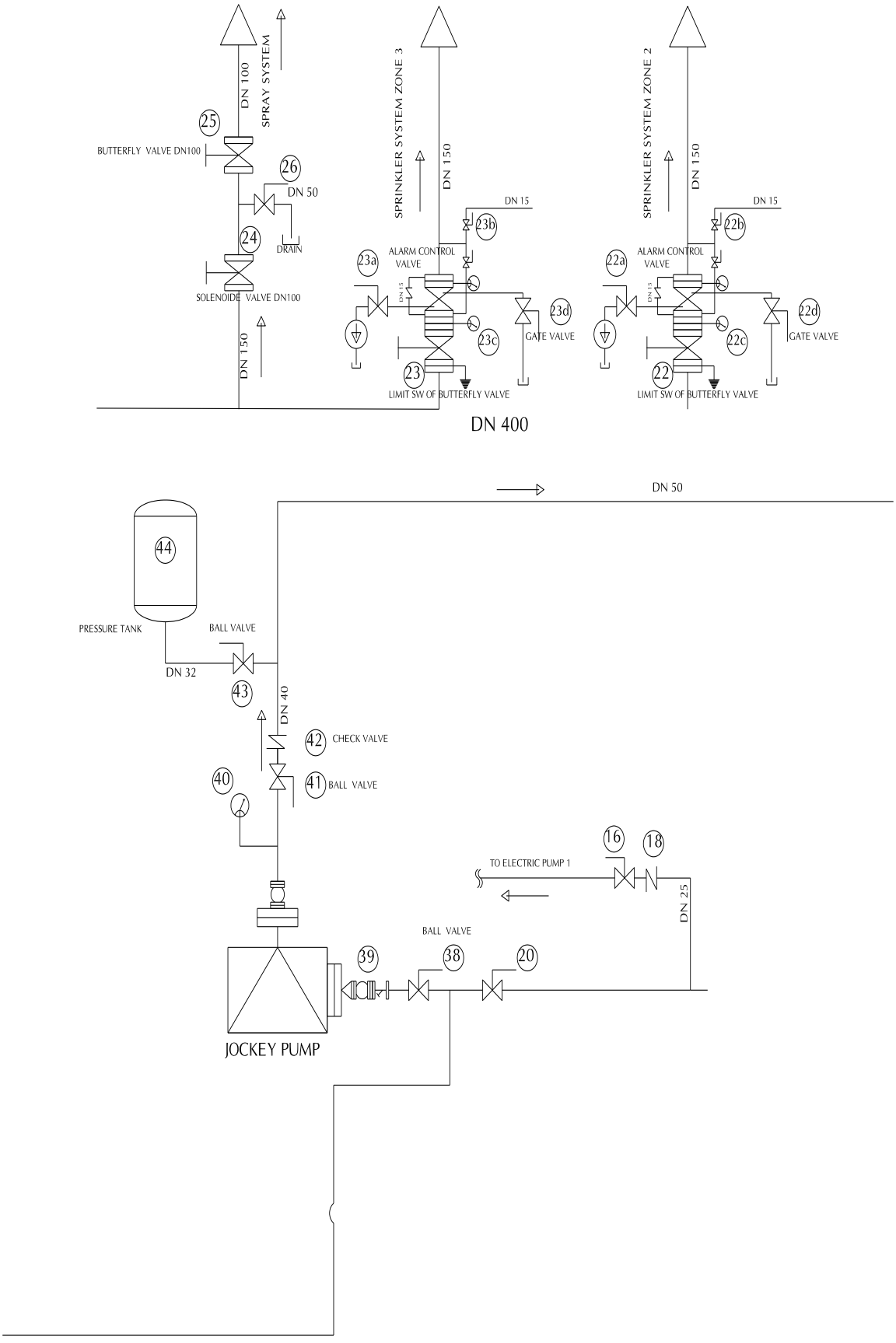
Sơ đồ tổng thể phòng cháy chữa cháy của hệ thống bơm cứu hỏa được trình bày dưới hình sau:



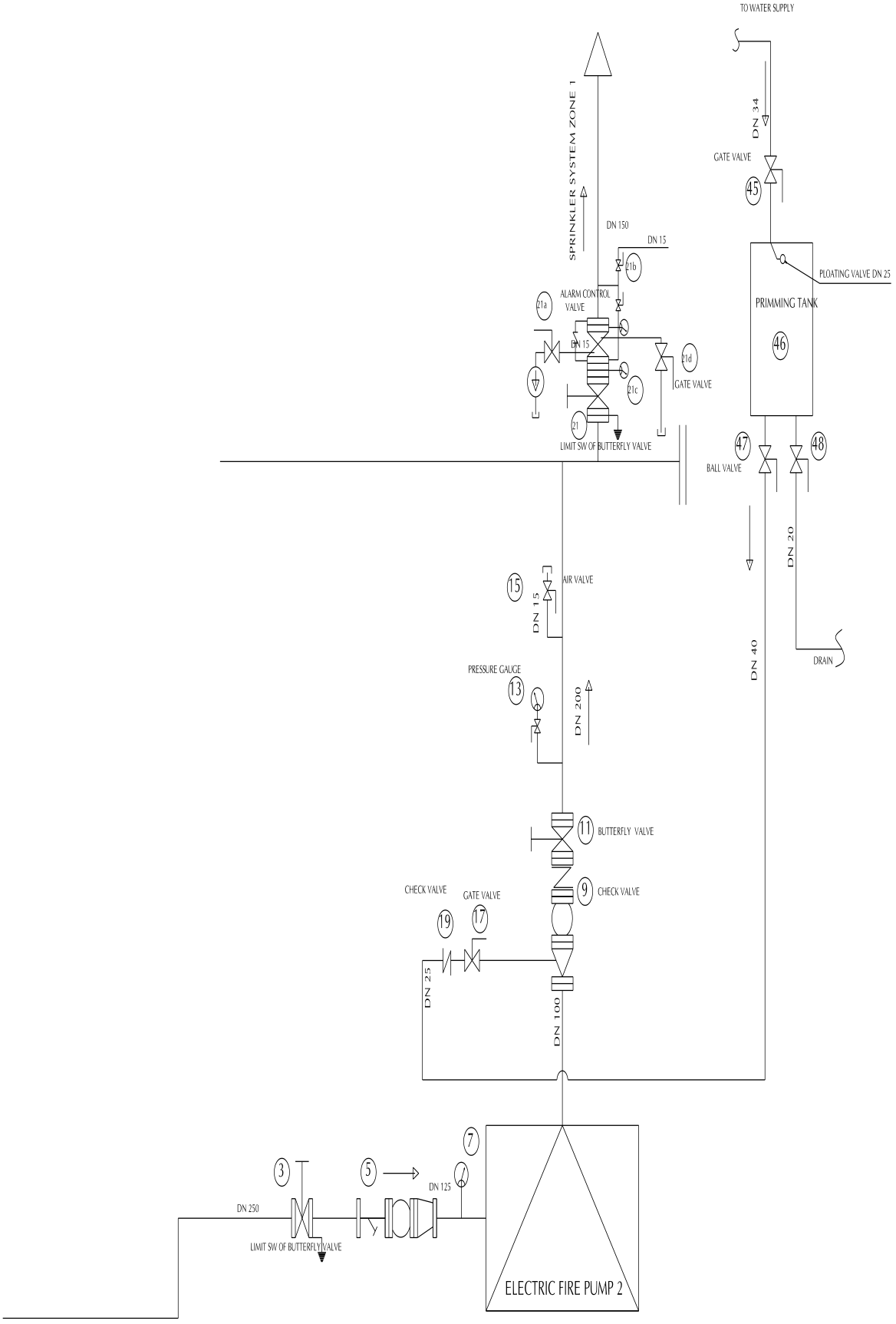
Hình 1.4: Sơ đồ tổng thể phòng cháy chữa cháy của hệ thống bơm cứu hỏa



Hình 1.5: Sơ đồ hoạt động của bơm số 1



Hình 1.6: Sơ đồ hoạt động của bơm Jockey



Hình 1.7: Sơ đồ hoạt động của bơm số 2

Vận hành hệ thống

+ Đ- a hệ thống vào sử dụng

Đóng lại valve xả số 21d,22d,23d của valve báo động của Zone 1,2,3(tuỳ theo zone nào đang có sự cố cháy)

Mở valve số 28 của valve an toàn

Chuyển công tắc chế độ tự động AUTO của hệ thống bơm điện số 1 hoặc số 2 để bơm cung cấp n- ớc vào hệ thống đ- ờng ống

Khi áp lực kế chỉ 7.5 7kg/cm^2 tắt bơm điện bằng cách chuyển vị mạch về vị trí STOP hoặc OFF khi áp lực hiển thị 7.57kg/cm^2 trên đồng hồ áp lực

Chuyển công tắc về chế độ AUTO của hệ thống bơm Jockey,bơm Jockey sẽ tự động dừng hoạt động khi áp lực trên đồng hồ của trạm điều khiển hiển thị 7.57kg/cm^2 .Lúc này bơm điện số 1 vẫn ở chế độ OFF

Chuyển công tắc chuyển mạch về vị trí AUTO của tất cả 2 bơm điện

Mở từ từ valve số 21c,22c,23c của chuông báo động bằng n- ớc để đ- a hệ thống vào chế độ làm việc tự động

Kiểm tra đồng hồ âm ở tr- ớc đầu bơm điện 1 và 2.Sau đó khoá valve này lại

Sử dụng vận hành hệ thống tự động

Cần phải mở các valve sau:2,10,11,21,22,23,20,38,41,30,23c,22c,21c

Cần phải đóng các valve sau:28,24,21a,22a,23a,24,28 .Đặc biệt với valve 28 của t- ờng n- ớc luôn luôn đóng (muốn mở valve này phải có quyết định đúng đắn về sự cố cháy rõ ràng)

Khi xảy ra sự cố cháy

+ Báo cho bộ phận bảo vệ và báo động toàn khu vực

+ Khi sự cố cháy đang xảy ra,kiểm tra các valve số 2,10,3,11,21,22,23,20,38 ,41,30,23c,22c,21c,các valve này phải mở hoàn toàn.

+ Kiểm tra hoạt động của nguồn n- ớc cấp vào bể chứa và bổ sung liên tục và th- ờng xuyên.

+ Chỉ ngừng sự hoạt động của hệ thống khi thực sự biết rõ sự cố cháy đã thực sự đ- ợc dập tắt

Khi sự cố đã đ- ợc dập tắt

+ Chuyển vị trí công tắc của cả 3 bơm điện về vị trí Stop hoặc OFF trên tủ điều khiển.

+ Đóng valve số 21c,22c,23c của chuông báo động bằng n- ớc của 3 Zone 1,2,3 tuỳ theo zone nào đang có sự cố cháy.

+ Mở valve xả thử số 21a,22a,23a của valve báo động zone số 1,2,3 để xả hết n- ớc ra khỏi hệ thống ống(tuỳ theo zone nào đang có sự cố cháy).

+ Thay thế các đầu phun Spinkler bị h- hỏng bằng những đầu phun spinkler mới cùng chức năng(nhiệt độ,chủng loại).

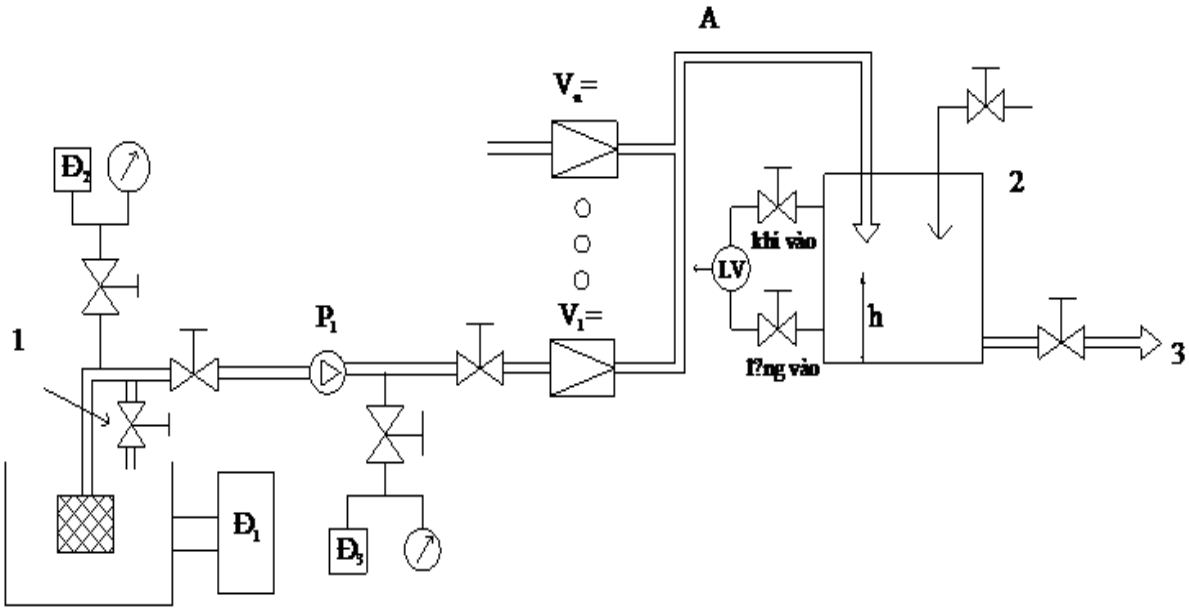
L□u ý quan trọng

Trong quá trình vận hành,bảo trì,sửa chữa tại phòng bơm,cần đặc biệt chú ý đến valve an toàn đ- ợc cài đặt xả 9kg/ cm áp lực làm việc tối đa của đầu Spinkler là12kg/ cm ,trong khi đó cột áp của bơm là H=100m,t- ơng đ- ơng 14-15kg/ cm khi không tải,nếu không kiểm tra valve an toàn th- ờng xuyên,khi hệ thống bơm hoạt động có thể dẫn đến không khống chế đ- ợc áp lực của hệ thống,sẽ gây hậu quả là làm vỡ các đầu Spinkler,gây h- hỏng đến hàng hoá thiết bị trong phạm vi mà hệ thống này bảo vệ.

- Nhận xét:

Hệ thống bơm cứu hỏa có rất nhiều tiện ích và có tác dụng hiệu quả rất lớn trong đời sống hàng ngày, nó giúp ích rất nhiều cho con người và có thể sử dụng ở nhiều nơi ví dụ như : trong nhà máy xí nghiệp, trong khu chung cư đô thị, trong các siêu thị, khách sạn, văn phòng v.v… để phòng tránh những sự cố không mong muốn xảy ra, vì vậy mà hệ thống bơm cứu hỏa là một phần không thể thiếu trong đời sống hiện nay.

1.2.2. Sơ đồ nguyên lý của hệ bơm bồn kín



Hình 1.8: Sơ đồ hệ thống bơm bồn kín

Chú thích:

1 : Hệ thống bơm mồi

2: Bình kín (hidro pho)

3: Phụ tải.

• Các điểm đo và loại sensor dùng cho hệ thống:

$Đ_1$: Đo mức chất lỏng của bình chứa hoặc sông hồ mà hệ thống bơm chất lỏng, để tín hiệu hóa chất lỏng ở cửa hút, nếu mức quá thấp thì dừng ống bơm.

$Đ_2$: Chỉ sử dụng trong giai đoạn khởi động bơm, mục đích đo áp suất bơm.

Đưa về điều khiển, nếu quá thời gian nào đó thì cắt(không chạy bơm).

$Đ_3$: Đo áp suất công tắc của bơm, khởi động bơm khác nếu điểm đo ở đây không đạt yêu cầu.

$Đ_4$: Nạp áp suất không khí ban đầu, khóa van khí lại, bắt đầu cấp lỏng vào bình,khí chịu nén nên áp lực rất mạnh,lúc này mới mở van cấp chất lỏng co phụ tải.

Nguyên lý hoạt động:

Trong trường hợp các điểm đo áp suất ($Đ_1$, $Đ_2$, $Đ_3$) đạt yêu cầu: thì trạm bơm hoạt động bình thường. Nước ở trong bình chứa hoặc sông hồ sẽ được truyền đi qua các van và bơm để vào bồn kín, lúc này ta nạp áp suất không khí ban đầu, khóa van khí lại, bắt đầu cấp lỏng vào bình, khí chịu nén nên áp lực rất mạnh, lúc này mới mở van cấp chất lỏng cho phụ tải, đảm bảo rằng khi đưa vào vận hành phải xả hết khí trước khi cấp lỏng vào.

Trong trường hợp một trong các điểm đo áp suất ($Đ_1$, $Đ_2$, $Đ_3$) không đạt yêu cầu:

Nếu áp suất đo mức ($Đ_1$) không đạt yêu cầu thì bơm sẽ dừng, lúc này hệ thống bơm mồi sẽ hoạt động để cung cấp nước cho hệ thống, đảm bảo rằng sẽ có đủ nước cho trạm bơm hoạt động bình thường.

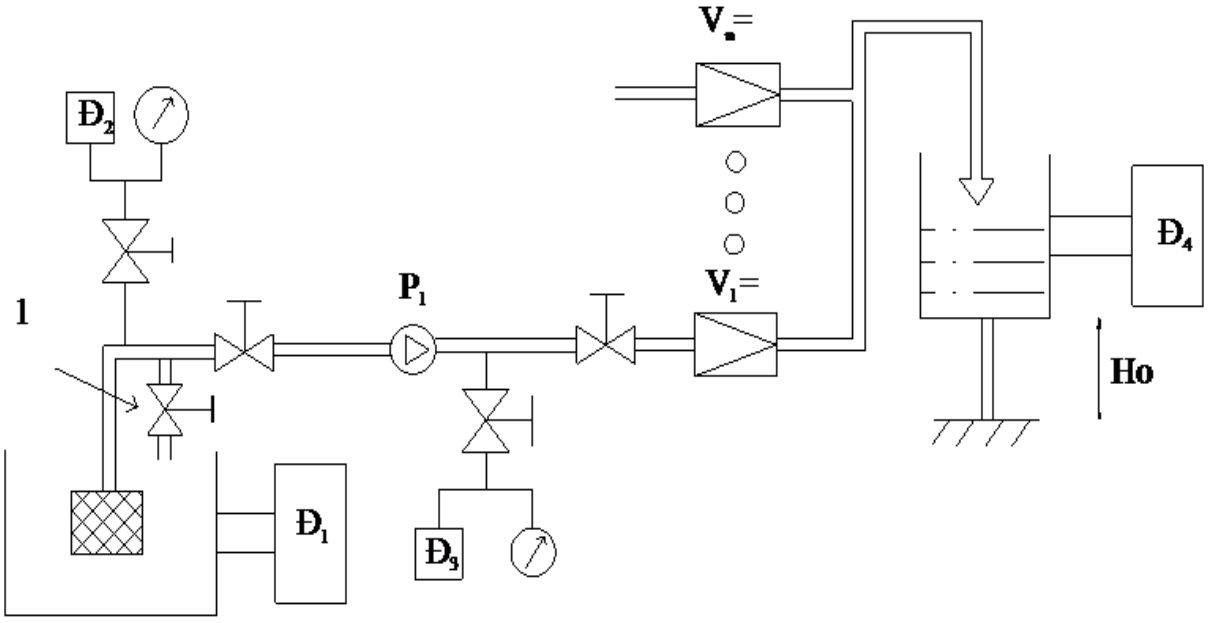
Nếu áp suất bơm ($Đ_2$) không đạt yêu cầu thì bơm sẽ dừng hoạt động do thời gian khởi động quá lâu vì lượng nước dùng cho khởi động không đủ, lúc này ta phải điều chỉnh lại lượng nước sao cho phù hợp với công suất khởi động của bơm để hệ thống hoạt động bình thường.

Nếu áp suất đo đầu ra ($Đ_3$) không đạt yêu cầu thì bơm sẽ không hoạt động, lúc này ta sẽ khởi động bơm khác để hệ thống hoạt động bình thường.

- Nhận xét:

Hệ thống bơm bồn kín được ứng dụng nhiều trong nông nghiệp cũng như trong công nghiệp, đáp ứng nhu cầu về nước phục vụ cho sản xuất cũng như tưới tiêu, góp phần không nhỏ trong việc giúp ích cho con người, đồng thời có thể phục vụ nhu cầu trong sinh hoạt của người dân ở những khu chung cư đô thị lớn.

1.2.3. Sơ đồ nguyên lý của hệ thống bơm bồn hở



Hình 1.9: Sơ đồ hệ thống bơm bồn hở

Chú thích:

1: Hệ thống bơm mồi

2: Két hở (bồn hở)

• Các điểm đo và loại sensor dùng cho hệ thống:

$Đ_1$: Đo mức chất lỏng của bình chứa hoặc sông hồ mà hệ thống bơm chất lỏng, để tín hiệu hóa chất lỏng ở cửa hút, nếu mức quá thấp thì dừng ống bơm.

$Đ_2$: Chỉ sử dụng trong giai đoạn khởi động bơm, mục đích đo áp suất bơm.

Đưa về điều khiển, nếu quá thời gian nào đó thì cắt(không chạy bơm).

$Đ_3$: Đo áp suất công tắc của bơm, khởi động bơm khác nếu điểm đo ở đây không đạt yêu cầu.

$Đ_4$: Đối với bơm hở:

Đo mức có 2 loại cảm biến

+ ON/OFF: báo mức của hệ thống

+ Analog: đo phần trăm

Nguyên lý hoạt động:

Trong trường hợp các điểm đo áp suất ($Đ_1$, $Đ_2$, $Đ_3$) đạt yêu cầu: thì trạm bơm hoạt động bình thường. Nước ở trong bình chứa hoặc sông hồ sẽ được truyền đi qua các van và bơm để vào bồn hở. Ở đây $Đ_4$ sẽ làm nhiệm vụ đo mức chất lỏng trong bình, nếu mức chất lỏng mà cao thì ta chỉ cần dùng 1 bơm cho hệ thống là đủ, nếu mức chất lỏng mà thấp ta sẽ phải dùng nhiều bơm cùng 1 lúc để đạt yêu cầu đề ra.

Trong trường hợp một trong các điểm đo áp suất ($Đ_1$, $Đ_2$, $Đ_3$) không đạt yêu cầu:

Nếu áp suất đo mức ($Đ_1$) không đạt yêu cầu thì bơm sẽ dừng, lúc này hệ thống bơm mồi sẽ hoạt động để cung cấp nước cho hệ thống, đảm bảo rằng sẽ có đủ nước cho trạm bơm hoạt động bình thường.

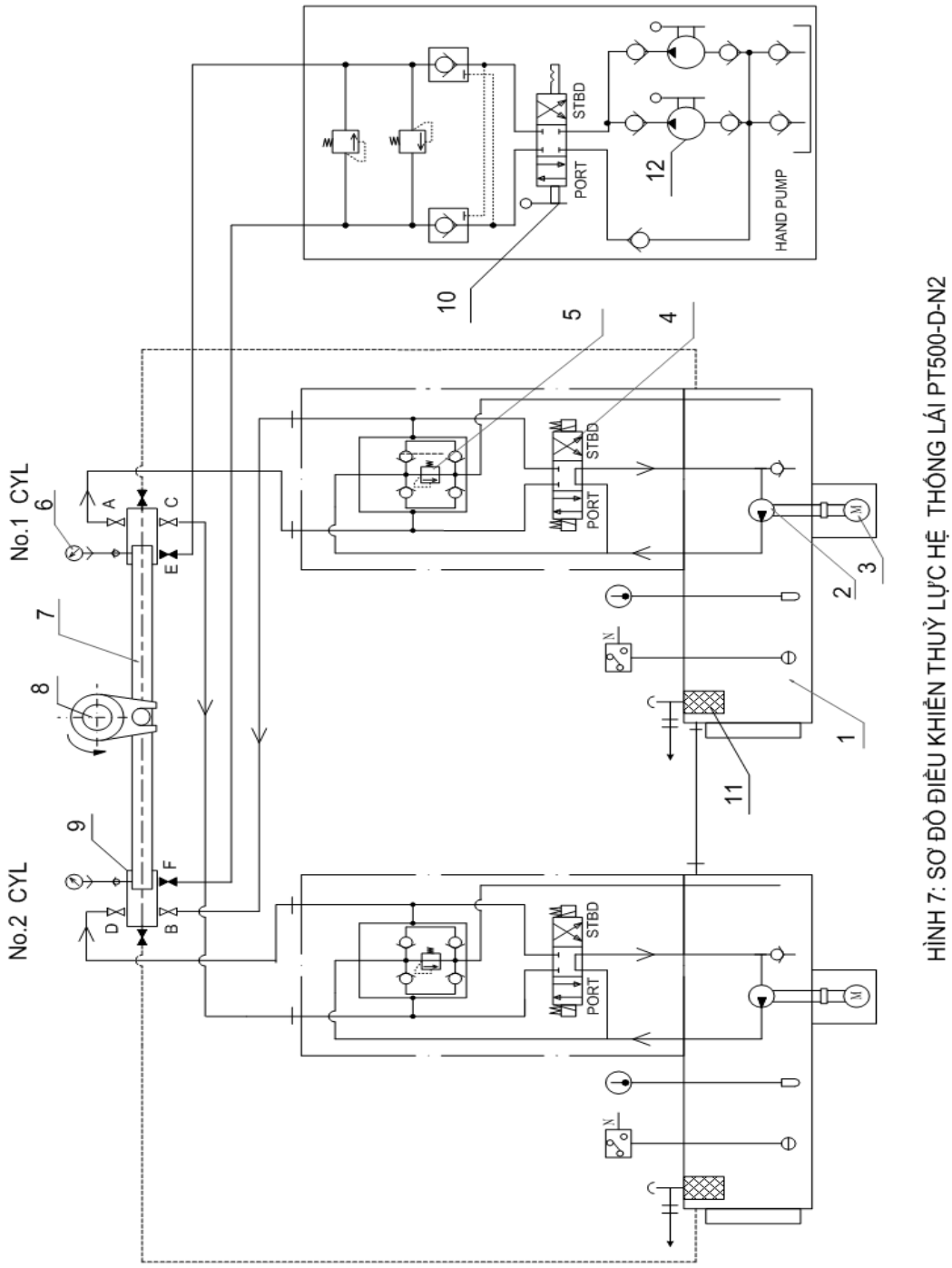
Nếu áp suất bơm ($Đ_2$) không đạt yêu cầu thì bơm sẽ dừng hoạt động do thời gian khởi động quá lâu vì lượng nước dùng cho khởi động không đủ, lúc này ta phải điều chỉnh lại lượng nước sao cho phù hợp với công suất khởi động của bơm để hệ thống hoạt động bình thường.

Nếu áp suất đo đầu ra ($Đ_3$) không đạt yêu cầu thì bơm sẽ không hoạt động, lúc này ta sẽ khởi động bơm khác để hệ thống hoạt động bình thường.

- Nhận xét:

Hệ thống bơm bồn hở được ứng dụng nhiều trong nông nghiệp cũng như trong công nghiệp, đáp ứng nhu cầu về nước phục vụ cho sản xuất cũng như tưới tiêu, góp phần không nhỏ trong việc giúp ích cho con người, vì hệ thống có nhiều bơm nên có thể đáp ứng nhu cầu trong các công trình xây dựng cũng như trong sinh hoạt của người dân ở những khu chung cư đô thị lớn.

1.2.4. Cấu trúc bơm trong hệ thống lái tàu thủy



HÌNH 7: SƠ ĐỒ ĐIỀU KHIỂN THUỶ LỰC HỆ THỐNG LÁI PT500-D-N2

Hình 1.10: Sơ đồ hệ thống thuỷ lực lái PT500-D-N2

Đây là hệ thống kép hoạt động hoàn toàn độc lập với nhau nhằm thực hiện việc luân phiên làm việc hoặc thay thế khi một trong hai hệ thống có sự cố.

Đây là hai cụm bơm thuỷ lực có lưu lượng không đổi được lai bởi hai động cơ dị bộ rôto lồng sóc có công suất 15KW - 440V - 60Hz, được cấp nguồn trực tiếp từ bảng điện chính. Ngoài ra còn có hai bơm thuỷ lực bằng tay sử dụng trong trường hợp sự cố.

Nguyên lý hoạt động của hệ thống

Chọn hệ thống bơm số 1 hoặc số 2 hoạt động hoặc cả 2 hệ thống tùy thuộc vào chế độ của tàu.

Cấp điện khởi động động cơ lai bơm thủy lực. Động cơ này sẽ hoạt động trong suốt hành trình của tàu.

Khi chưa có tín hiệu điều khiển thì dầu được bơm qua bơm và hồi về két chứa.

Khi có tín hiệu điều điều khiển. Giả sử cần bẻ bánh lái sang trái, ta tác động vào làm cuộn van trái có điện → Khi đó dầu thủy lực sẽ tuần hoàn qua van và đi vào xilanh theo chiều làm cho bánh lái quay sang trái. Quá trình điều khiển bánh lái quay phải tương tự chỉ khác lúc này cuộn van phải sẽ có điện.

Trong quá trình hệ thống lái làm việc, một phần dầu thủy lực sẽ đưa vào van giảm áp số 5. Nếu vì một lý do nào đó, áp lực dầu thủy lực tăng quá giá trị đặt trước cho phép. Các van giảm áp sẽ mở cho một phần dầu thủy lực thông qua van này để về két. Nhờ tác động của các van này, hệ thống thủy lực thoát khỏi tình trạng quá tải.

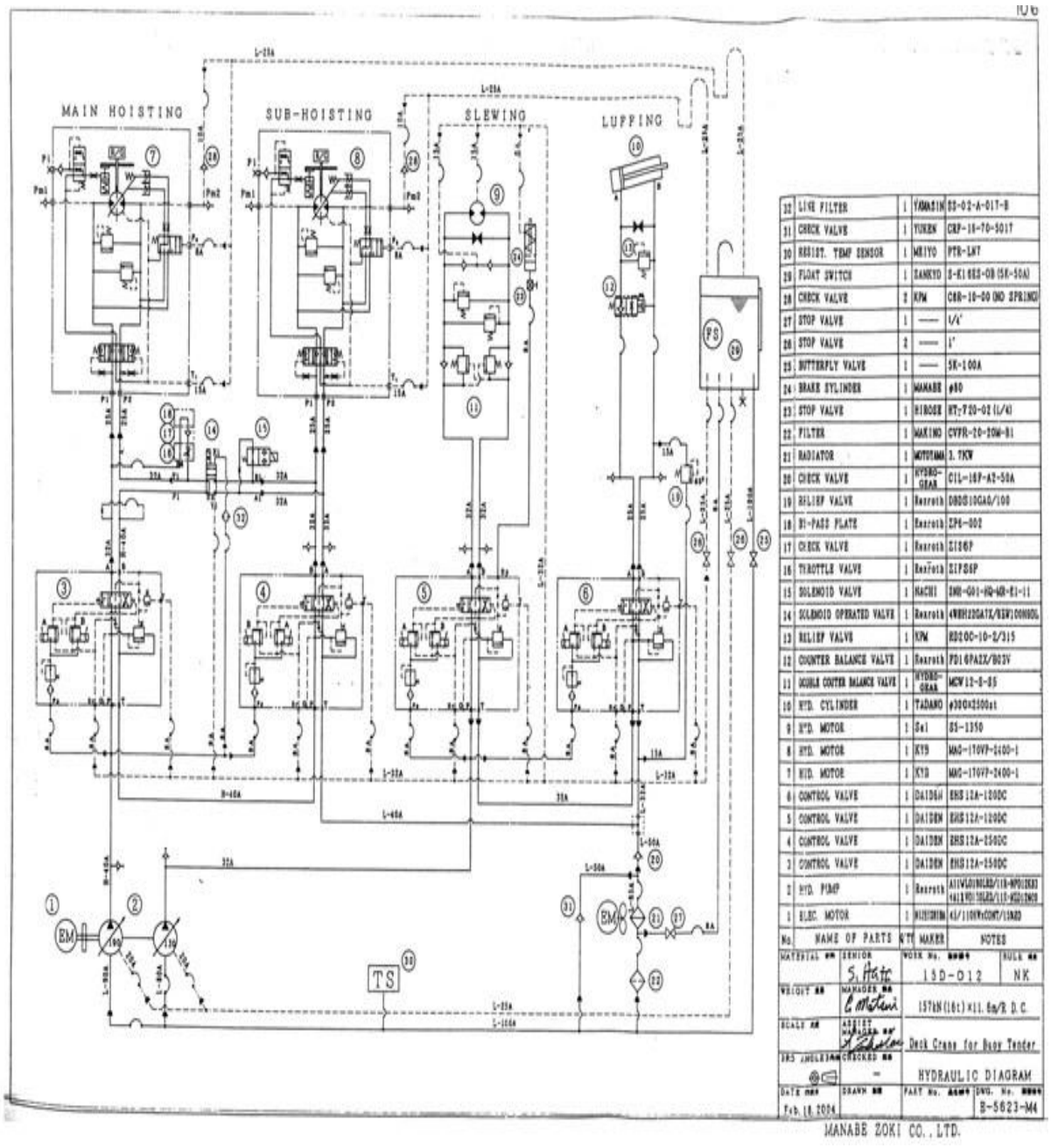
Khi các bơm điện không còn khả năng hoạt động, muốn quay bánh lái ta phải dùng bơm tay.

Trước hết khoá các van A,B,C,D mở van E, F. Muốn quay bánh lái sang trái ta gạt tay điều khiển trên van tay về phía PORT. Van sẽ được giữ nguyên vị trí. Sau đó tiến hành bơm. Dầu thuỷ lực từ bơm sẽ qua cửa F vào xilanh số 2 đẩy pistông chuyển động quay trụ lái theo chiều PORT, mặt khác dầu thuỷ lực ở xi lanh số 1 qua cửa E qua van tay về két.

- Nhận xét:

Hệ bơm trong thủy lực hệ thống lái tàu thủy chỉ được áp dụng cho các loại tàu thủy, do đó nó không được sử dụng nhiều trong các lĩnh vực công nghiệp khác cũng như trong các công trình xây dựng và khu chung cư đô thị

1.2.5. Sơ đồ bơm trong hệ thống thủy lực của cầu trục 157kN



Hình 1.11: Sơ đồ bơm trong hệ thống thủy lực cầu trục 157kN

Giới thiệu các phần tử của mạch động lực

1 – Motor điện lai bơm thủy lực

2 – Bơm thủy lực một chiều

3 – Van điều khiển nâng cơ cấu móc chính

4 – Van điều khiển nâng cơ cấu móc phụ

5 – Van điều khiển cơ cấu quay mâm

6 – Van điều khiển cơ cấu xilanh nâng, hạ cần

7 – Bơm thủy lực cho cơ cấu móc chính (có đảo chiều quay)

8 – Bơm thủy lực cho cơ cấu móc phụ (có đảo chiều quay)

9 – Bơm thủy lực cho cơ cấu quay mâm (có đảo chiều quay)

10 – Xilanh nâng, hạ cần

11 – Van cân bằng đối trọng cho cơ cấu quay mâm

12 – Van cân bằng đối trọng cho cơ cấu nâng, hạ cần (xilanh)

13 – Van bảo vệ áp lực dầu cho cơ cấu nâng, hạ cần (xilanh)

14 – Solenoid operated valve (van mở bằng nam châm điện)

15 – Solenoid valve (van điều khiển logic mở bằng nam châm điện)

16 – Van điều chỉnh lưu lượng

17 – Kiểm tra van

18 – By pass plate

19 – Van an toàn áp suất cho cơ cấu nâng, hạ cần

20 – Check valve

21 – Bộ làm mát dầu

22 – Bộ lọc dầu

23 – Stop valve

24 – Phanh cho cơ cấu quay mâm

25 – Butterfly valve

26 – Stop valve

27 – Stop valve

28 – Check valve

29 – Cảm biến phao báo mức dầu trong két

30 – Cảm biến nhiệt đo nhiết độ dầu trong ống

31 – Van một chiều

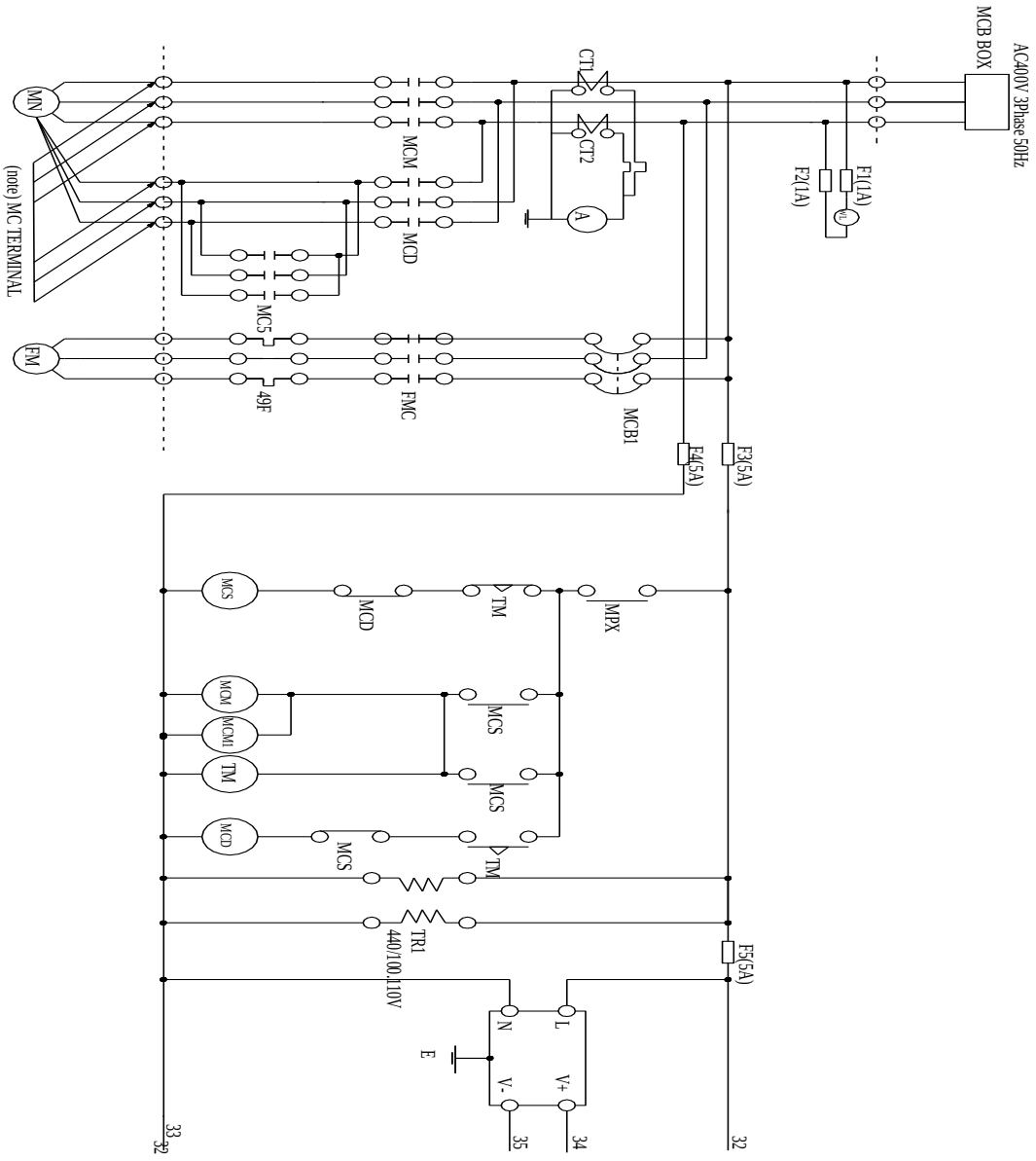
32 – Bộ lọc dầu

Nguyên lý hoạt động:

Khi ta chạy động cơ chính EM (Electric Motor) động cơ sẽ lai hai motor thủy lực (2). Hai động cơ thủy lực này sẽ tạo lên một áp suất dầu để các cơ cấu hoạt động khi nhận được tín hiệu điều khiển từ bảng điều khiển. Khối (3) trên hình vẽ để điều khiển van (control valve) hai van A (quay thuận) van B (quay ngược) điều khiển động cơ thủy lực (7) cho cơ cấu nâng chính (MAIN HOISTING). Khi van A nhận được tín hiệu điều khiển cuộn hút, van A có điện → van A mở đường dầu điều khiển van 5/3 đường dầu được cấp đến van 5/3 tiếp theo qua van tiếp lưu đến giảm áp suất van này được mở → phanh R/G được mở động cơ thủy lực (7) chạy thuận → cơ cấu móc chính sẽ nâng hàng. Tương tự như vậy với van B → động cơ thủy lực (7) chạy ngược cơ cấu móc chính sẽ hạ hàng. Khối (4) trên hình vẽ khối này điều khiển cơ cấu móc phụ cũng giống như cơ cấu móc chính. Khi van B nhận được tín hiệu điện điều khiển từ bảng điều khiển → van B mở → chuyển trạng thái van 5/3 → phanh R/G mở → động cơ thủy lực (8) chạy thuận → móc phụ nâng hàng. Tương tự như vậy đối với van A trong trường hợp hạ hàng. Khối (5) trên hình vẽ khối này điều khiển cơ cấu quay mâm. Khi van (26) được mở đường dầu điều khiển sẽ mở cơ cấu phanh (24) khi đó chiều quay mân sẽ phụ thuộc vào hai van A và B trong khối này. Khối (6) trên hình vẽ điều khiển cơ cấu nâng hoặc hạ cần. Khi van A nhận được tín hiệu điều khiển điện → van A mở → nâng cần. Khi van B nhận được tín hiệu điều khiển điện → van B mở → hạ cần. Trước khi thử tải cầu trục ta thử tất cả các tín hiệu bảo vệ để đảm bảo an toàn cho thiết bị và người vận hành.Thử hạn vị cho móc chính và móc phụ

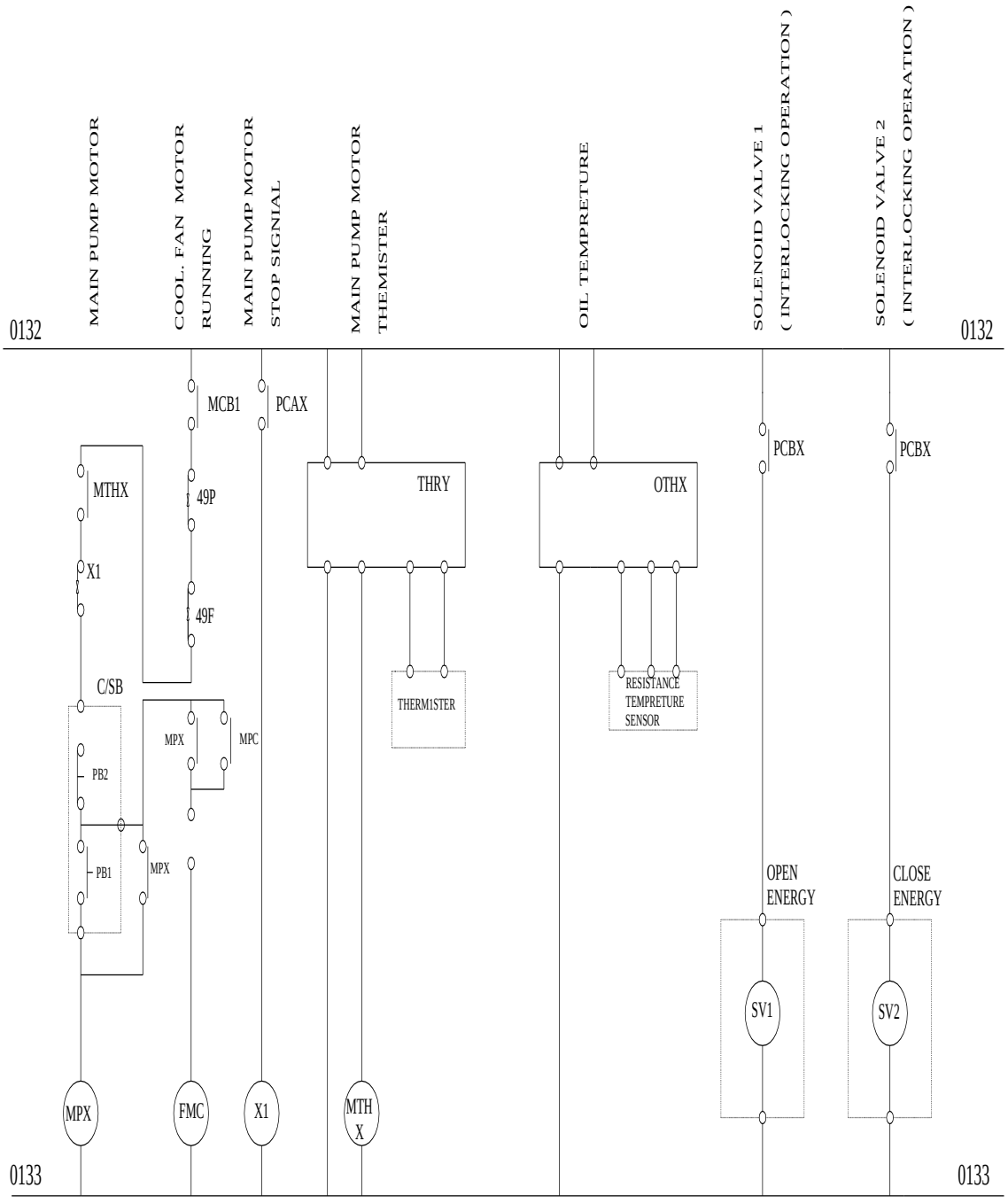
bao gồm hạn vị giới hạn trên và hạn vị giới hạn dưới.Thử hạn vị quay cần bao gồm hạn vị giới hạn bên trái và hạn vị giới hạn bên phải.Thử hoạt động của phanh.Kiểm tra nút ấn dừng sự cố.

Sơ đồ mạch điện động lực.



Hình 1.12: Sơ đồ mạch điện động lực cho hệ thống bơm trong hệ thống thủy lực cầu trục 157kN

Sơ đồ mạch điều khiển.



Hình 1.13: Sơ đồ mạch điện điều khiển cho hệ thống bơm trong hệ thống thủy lực cầu trục 157kN

- Nhận xét:

Hệ bơm trong thủy lực của cầu trục chỉ hoạt động cho các động cơ thủy lực do đó nó chỉ có thể hoạt động trong một lĩnh vực liên quan đến thủy lực, nên nó không được dùng nhiều trong các nhà máy xí nghiệp liên quan đến ngành khác cũng như không được dùng nhiều trong khu chung cư đô thị.

1.2.6. Hệ thống bơm cấp nước cho bao hơi

Chức năng hệ thống

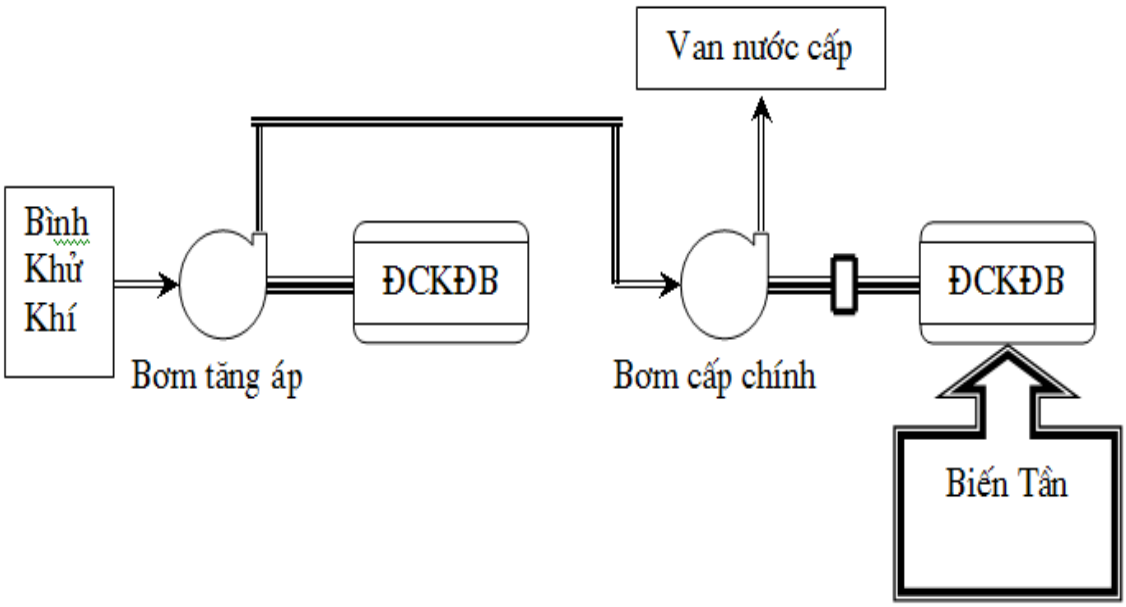
Có nhiệm vụ tạo ra áp suất đủ lớn để cung cấp nước vào bao hơi và độ chênh áp để việc điều khiển lưu lượng nước chỉ còn là việc điều khiển độ mở của van. Vậy bơm cấp được thiết kế gồm bơm tăng áp và bơm cấp, chính 2 bơm này mắc nối tiếp với nhau. Bơm tăng áp có chức năng tăng áp suất đầu hút của bơm cấp chính để chống hiện tượng xâm thực. Hệ thống gồm 3 bơm nhưng chỉ có 2 bơm làm việc còn 1 bơm ở chế độ dự phòng.

Mỗi tổ máy có 1 hệ thống nước cấp giống nhau để cấp nước cho lò hơi. Hệ thống nước cấp nhận nước ngưng được gia nhiệt từ bình khử khí. Các bơm cấp vận chuyển nước cấp đi qua các bình gia nhiệt cao áp để gia nhiệt cho nước cấp, sau đó cấp nước cho lò hơi. Hệ thống nước cấp điều khiển tự động mức nước trong bao hơi khi vận hành bình thường.

Hệ thống nước cấp cũng cung cấp nước cho bộ giảm ôn để điều chỉnh nhiệt độ hơi quá nhiệt và quá nhiệt trung gian, mặt khác nó còn cung cấp nước cho các bộ giảm ôn hệ thống hơi thổi bụi và hệ thống hơi đi tắt cao áp.

Trong mỗi 1 tổ máy, hệ thống nước cấp có 3 tổ bơm cấp (3 nhóm bơm cấp) A,B,C. Mỗi tổ bơm cấp có 2 bơm (bơm tăng áp và bơm cấp nước chính) được lắp trên cùng 1 trục.

Đầu hút của bơm tăng áp đấu vào bể dự trữ nước khử, đầu đẩy của bơm tăng áp đấu vào đầu hút bơm cấp chính. Bơm cấp chính được dẫn bằng động cơ không đồng bộ roto lồng sóc để kéo bơm tăng áp . Bơm tăng áp được nối với động cơ qua khớp nối cứng.



Hình 1.14: Sơ đồ nguyên lý hệ thống bơm cấp

Dùng biến tần để điều chỉnh tốc độ bơm có nhiều ưu điểm hơn so với dùng khớp nối thuỷ lực như:

Độ tác động nhanh và êm.

Dải điều chỉnh tốc độ rộng và chính xác.

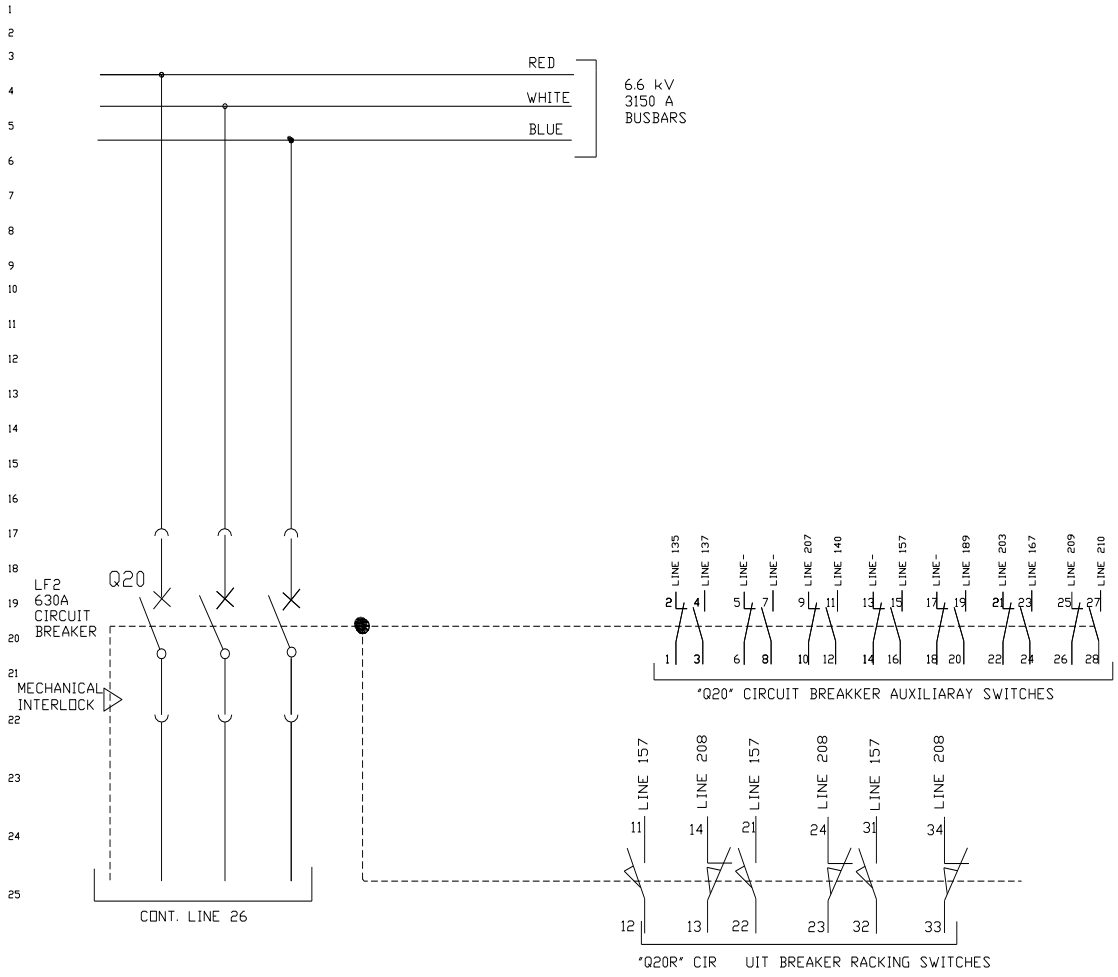
Tiết kiệm năng lượng.

Khi khối làm việc bình thường thì phương thức vận hành là: 2 bơm làm việc, 1 bơm dự phòng liên động. Mỗi 1 bơm cấp sẽ đáp ứng được 50% công suất cộng với độ dự phòng.

Mỗi khối bơm cấp có bố trí các van đầu hút, đầu đẩy để đảm bảo thuận tiện cho việc tách bơm sửa chữa. Tại đầu hút mỗi bơm có trang bị một van an toàn áp suất.

Van điều khiển nước cấp được thay đổi vị trí mở 1 cách tự động bằng tín hiệu từ hệ thống điều khiển nước cấp (DCS). Van điều khiển nước cấp duy trì mức nước trong bao hơi trong trạng thái vận hành ổn định và vận hành tạm thời. Tốc độ bơm cấp được thay đổi để duy trì độ chênh áp giữa đầu đẩy bơm và bao

Sơ đồ cấp nguồn



Hình 1.15: Sơ đồ cấp nguồn

Do động cơ lai bơm cấp là động cơ không đồng bộ 3 pha công suất lớn do đó dùng rơle số SR469 để đo lường và bảo vệ động cơ các tín hiệu đo lường và bảo vệ đều được lấy từ Rơle SR469 đưa về hệ thống DCS qua bộ tính toán của DCS và đưa kết quả tính toán hiển thị trên màn hình để người vận hành đưa ra quyết định. Tên sơ đồ cấp nguồn động cơ bơm cấp được cấp nguồn từ lộ dẫn điện 6,6 kV thông qua các bộ Ngắt mạch Q20 và bộ chuyển mạch cơ khí như trên hình vẽ. Từ công tắc chuyển mạch nguồn được cung cấp qua các đường Line đến các thiết bị thông qua các đầu nối dây.

1.3. Các thông số và đặc tính cơ bản

1.3.1. Các thông số cơ bản

a. Cột áp H (hay áp suất bơm). Đó là lượng tăng năng lượng riêng cho một đơn vị trọng lượng của chất lỏng chảy qua bơm (từ miệng hút đến miệng đẩy của bơm).

Cột áp H thường được tính bằng mét cột chất lỏng (hay mét cột nước) hoặc tính đổi ra áp suất của bơm.

$$P = \gamma.H = \rho gH$$

Trong đó:

γ : trọng lượng riêng của chất lỏng được bơm (N/m^3)

ρ : Khối lượng riêng chất lỏng (kg/m^3)

g : Gia tốc trọng trường

Cột áp H của bơm dùng để khắc phục:

Độ chênh mức chất lỏng giữa bể chứa và bể hút $H_h + H_d$ [m]

b. Lưu lượng (năng suất) bơm: Đó là thể tích chất lỏng do bơm cung cấp vào ống đẩy trong một đơn vị thời gian.

c. Công suất bơm (P hay N)

Trong một số tổ máy bơm cần phải phân biệt 3 loại công suất:

Công suất làm việc N_i (công suất hữu ích) là công để đưa một lượng Q chất lỏng lên độ cao H trong một đơn vị thời gian (s)

Công suất tại trục bơm N (thường ghi trên nhãn bơm) . Công suất này thường lớn hơn N_i vì có tổn hao ma sát.

Công suất động cơ kéo bơm (Nđc). Công suất này thường lớn hơn N để bù hiệu suất truyền động giữa động cơ và bơm, ngoài ra còn dự phòng qúa tải bất thường.

d. Hiệu suất bơm (η_b) là tỉ số giữa công suất hữu ích N_i và công suất tai trục bơm N.

Hiệu suất lưu lượng (hay hiệu suất thể tích) do tổn thất lưu lượng vì rò rỉ.

Hiệu suất thuỷ lực (hay hiệu suất cột áp) do tổn thất cột áp vì ma sát trong nội bộ bơm.

Hiệu suất cơ khí do tổn thất vì ma sát giữa các bộ phận cơ khí (ổ bi, gối trục…) và bề mặt ngoài của guồng động (bánh xe công tác) với chất lỏng (bơm ly tâm).

1.3.2. Đặc tính của bơm

Ở phần này, ta xem xét các đặc tính bơm như là một đối tượng mà động cơ cần truyền động. Qua đó, ta thấy những đáp ứng mà động cơ phải có khi kéo bơm. Bơm có rất nhiều loại nên ta chỉ khảo sát 2 loại bơm chính sau:

- Bơm ly tâm
- Bơm piton

a. Bơm ly tâm

Bơm ly tâm là loại bơm động học, có cánh quạt. Nó được sử dụng rộng rãi và được kéo bằng động cơ điện. Bơm ly tâm là loại rất phổ biến vì nó bơm được nhiều loại chất lỏng khác nhau (nước , axit, kiềm...), giải lưu lượng rộng (từ vài l/phút đến vài m^3/s), có cấu tạo đơn giản, gọn nhẹ, chắc chắn, giá thành hạ...

Nhược điểm của bơm ly tâm : Là không có khả năng hút nước lúc ban đầu (phải mồi) và lưu lượng Q phụ thuộc vào cột áp H.

- Nhận xét:

Công suất N có trị số cực tiểu khi lưu lượng bằng 0. Lúc này, động cơ truyền động được mở máy dễ dàng. Do vậy ta sẽ khoá van trên ống đẩy để Q = 0. Sau thời gian ngắn khoảng 1 phút thì mở van ngay để tránh bơm và chất lỏng bị quá nóng do công suất động cơ chuyển hoàn toàn thành nhiệt năng. Hơn nữa lúc mở máy dòng động cơ lớn sẽ gây nguy hiểm cho động cơ nếu Q = 0.

b. Bơm pitton

Bơm pitton là loại bơm thể tích có nguyên lý làm việc đơn giản.

Với cùng lưu lượng như nhau thì bơm pitton cồng kềnh và khó chế tạo (kín, khít...) hơn so với bơm ly tâm. Do vậy, ở vùng áp suất thấp và trung bình thì người ta ít dùng bơm pitton, nhưng ở vùng áp suất cao và rất cao (trên 200at) thì hiện tại, bơm pitton chiếm ưu thế tuyệt đối (như trong hệ truyền động bằng dầu, trong vòi phun nhiên liệu động cơ diezen, trong hệ thuỷ lực dùng trên máy bay...).

Nhận xét:

Với cột áp H, lưu lượng bơm khác nhau thì công suất bơm (hay công suất động cơ) cũng khác nhau. Đặc điểm nổi bật của bơm pitton là lưu lượng bị dao động.

Kết luận

Qua những hệ thống bơm ở trên, em thấy hệ thống bơm đang đóng 1 vai trò quan trọng trong đời sống xã hội hiện nay, nó không chỉ giúp ích cho đời sống của người dân mà còn giúp ích phục vụ trong các nghành công nghiệp, nông nghiệp ở những điều kiện làm việc mà con người không làm được. Qua bản đồ án tốt nghiệp lần này em có may mắn khi được làm về đề tài về hệ thống bơm tăng áp 2 cấp để em có thể hiểu rõ hơn về công dụng cũng như lợi ích của bơm mang lại cho con người cũng như trong đời sống sinh hoạt xã hội.

CHƯƠNG 2.

CÁC HỆ THỐNG TRUYỀN ĐỘNG ĐIỆN , TRANG BỊ ĐIỆN - ĐIỆN TỬ CỦA HỆ THỐNG BƠM

2.1. Yêu cầu về trang bị điện-điện tử cho hệ thống bơm

Như đã nêu, bơm có rất nhiều kiểu loại, đa dạng và giải công suất cũng rất rộng. Truyền động cho bơm phổ biến là truyền động điện. Tuỳ theo tốc độ bơm, nối giữa động cơ và bơm có thể là trực tiếp (đồng trục) hoặc gián tiếp qua hộp tốc, đai truyền ly hợp thay đổi tốc độ, hệ thống biên maniven, trục khuỷu… Do vậy, khi chọn công suất động cơ, cần lưu ý tới hiệu suất của các khâu truyền lực trung gian. Các bơm hầu như không đòi hỏi thay đổi tốc độ nên phổ biến kéo bơm là dùng động cơ không đông bộ xoay chiều 3 pha rotor lồng sóc, mở máy trực tiếp (nếu công suất nhỏ) hay gián tiếp qua điện trở, cuộn kháng ở mạch stator (nếu công suất trung bình). Với bơm có công suất trung bình và lớn, cũng thường dùng động cơ không đồng bộ xoay chiều 3 pha rotor dây quấn, mở máy bằng điện trở hạn chế ở mạch rotor để giảm dòng mở máy hoặc kết hợp thêm với các phần tử hạn chế ở mạch stator. Trường hợp công suất lớn và rất lớn, dùng động cơ không đồng bộ để cải thiện cosφ.

Với những bơm chuyên dùng, có thể dùng động cơ một chiều kích từ song song hoặc nối tiếp,nhất là khi có yêu cầu thay đổi tốc độ bơm.

Chọn động cơ kéo bơm pittông, phải theo loại bơm cụ thể và lưu ý sự biến thiên của lưu lượng, cột áp của bơm, do đó mômen động cơ cần đáp ứng.

Trường hợp truyền động bơm li tâm, do bơm không tự động mồi nước được, mạch điều khiển cần phải đảm bảo mồi nước trước khi chạy bơm (qua bơm mồi, các van…) và tuân thủ các thứ tự thao tác chạy bơm.

Vì bơm hoạt động ở môi trường ẩm ướt (nước, chất lỏng khác) hoặc ở môi trường độc hại (axit, kiềm…) hoặc ở môi trường dễ nổ, cháy (dầu, axit)

hoặc ở môi trường bẩn (bùn) nên các trang bị điện cũng phải đáp ứng được các điều kiện đó.

Một số chú ý về thiết kế trang bị điện cho trạm nhiều máy bơm:

- Trước hết ta cần chú ý loại tạm bơm, nếu là bơm nước thường trạm bơm cho hệ thống bình kín hoặc tạm bơm cho hệ thống bình hở. Dù là laọi này hay loại kia thì việc vận tải chất lỏng đi xa với lưu lượng cần thiết dòng chất lỏng cũng phải dự trữ một áp năng nào đó.

- Trong các loại hệ thống dùng để bơm chuyển vật liệu hoá chất, vật liệu công nghệ, trạm thường được thiết kế nhiều bơm. Trong trạm nhiều bơm thì vấn đề tự động hoá trạm nhằm và các vấn đề cần giải quyết sau:

(i). Duy trì mức chất lỏng cần thiết trong bình chứa.

(ii). Lựa chọn số lượng bơm hoạt động cần thiết.

(iii). Thứ tự tự động khởi động các bơm trong trạm.

(iiii) Thứ tự dừng tự động các bơm trong trạm bơm.

- Thiết kế bảo vệ động cơ truyền động, bảo vệ bơm và sự làm việc bền vững của hệ thống.

- Hệ thống đảm bảo báo động, tín hiệu hoá, tự động dừng và tự động khởi động khi có yêu cầu.

- Những hệ thống bơm đặc biệt như bơm dầu, hoá chất nhất thiết phải có nhiều vị trí dừng khi có sự cố, hoả hoạn…

2.2. Một số khí cụ thường dùng trong hệ truyền động máy bơm

2.2.1. Cảm biến mức

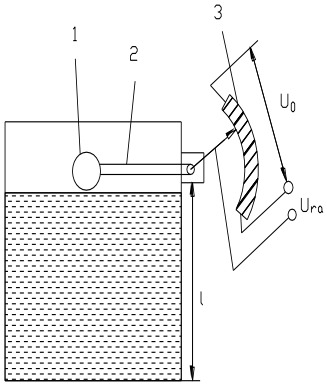
Mức là chiều cao điền đầy các chất lỏng hay hạt có tiết diện không thay đổi trong các thiết bị công nghệ và là tham số cần xác định để kiểm tra chế độ làm việc của thiết bị, điều khiển các quá trình sán xuất. Mặt khác nhờ cảm biến mức ta có thể đánh giá được khối lượng của các chất lỏng chứa trong bồn xăng, dầu,…Đơn vị đo mức là đơn vị đo chiều dài.

Đo mức có thể thực hiện đo liên tục hoặc xác định theo ngưỡng.

Đo liên tục là quá trình trong đó tín hiệu đo cho biết thể tích chất lưu còn lại trong bồn chứa.

Khi đo theo ngưỡng, cảm biến đưa ra tín hiệu dưới dạng nhị phân để phát hiện tình trạng mức có đạt hay không để điều khiển quá trình làm việc của bồn chứa.

Trong hệ thống ta sử dụng đo mức bằng phao: Thiết bị đo mức gồm 1 phao nổi làm bằng thép không gỉ, phao được gắn với 1 thanh dẫn ở 1 đầu còn đầu kia được nối với cảm biến đo dịch chuyển hoặc được gắn bằng dây mềm qua hệ thống ròng rọc và nối với 1 cảm biến vị trí

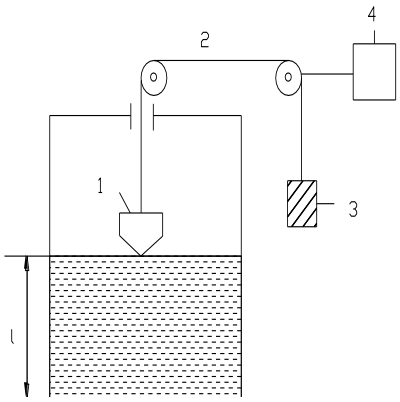


Hình 2.1: Phương pháp sử dụng áp kế

1: Phao nổi

2: Thanh dẫn

3: Biến trở



Hình 2.2: Phương pháp vi sai

1: Phao

2: Ròng rọc

3: Quả nặng

4: Phao

2.2.2. Cảm biến nhiệt độ

Cảm biến nhiệt độ là thiết bị được sử dụng rộng rãi không những đo nhiệt độ mà còn đo các đại lượng không điện khác như tốc độ lưu chất, xác định nồng độ thành phần của chất khí…

Nguyên lý hoạt động của cảm biến nhiệt độ dựa trên quá trình nhiệt (đốt nóng, làm lạnh và trao đổi nhiệt) mà đại lượng đo là nhiệt độ.

Khi nhiệt độ thay đổi làm thay đổi tính chất vật lý của vật thể, các tính chất đó được sử dụng để chế tạo các cảm biến nhiệt độ.

Quan hệ giữa nhiệt độ, áp suất và khối lượng đối với chất khí được miêu tả bằng phương trình Va-dec-val:

$$(p+\frac{a_1}{v})(v-b_1)=Rt$$

Trong đó:

V: là khối lượng; p: áp suất; t: nhiệt độ; R: hệ số tỉ lệ

a_1, b_1: hằng số phụ thuộc vào tính chất của vật chất, không phụ thuộc vào trạng thái và điều kiện mà các chất đi qua.

Trong thực tế khi đo nhiệt độ thường xảy ra với áp suất nhỏ và được miêu tả bằng phương trình Bento:

$$pV=Rt+p(b+\frac{a}{Rt^2})$$

a, b, R là thông số đặc trưng cho chất đo nhiệt độ (chất khí, rắn, lỏng,…

2.2.3. Rơ le thời gian

Là thiết bị đóng ngắt mạch điện theo thời gian đặt, bao gồm

+ Rơle thời gian trễ hút

+ Rơle thời gian trễ nhả

Dùng trong bộ khống chế máy bơm khởi động tránh khởi động đầy tải

2.2.4. Rơle áp suất và rơle nhiệt độ

Rơle nhiệt độ và rơle áp suất là 2 thiết bị điều khiển, điều chỉnh nhiêt độ và áp suất theo kiểu hai vị trí đóng ngắt và thường được sử dụng với bộ chuyển đổi đóng ngắt.

Rơle nhiệt độ là một tiếp điểm đóng ngắt điện của một mạch điều khiển tác động theo nhiệt độ của đầu cảm biến nhiệt độ.

Rơle áp suất là một tiếp điểm đóng ngắt điện của một mạch điều khiển theo áp suất của đầu cảm biến áp suất.

Rơle nhiệt độ và rơle áp suất là các thiết bị biến đổi các đại lượng không điện ra các đại lượng điện..

2.2.5. Aptomat

Aptomat là khí cụ điện dùng để cắt mạch điện, bảo vệ quá tải, ngắn mạch, sụt áp…Aptomat còn gọi là cầu dao tự động

Sử dụng Aptomat có 3 yêu cầu

- Chế độ làm việc định mức của Aptomat phải là chế độ làm việc dài hạn, nghĩa là dòng điện có trị số định mức chạy qua Aptomat bao lâu cũng được. Mặt khác Aptomat phải chịu được dòng điện lớn lúc các tiếp điểm của nó đã đóng hay đang đóng

- Aptomat phải ngắt được dòng ngắn mạch lớn. Sau khi ngắt dòng ngắn mạch, Aptomat phải đảm bảo vẫn làm việc tốt ở trị số dòng điện định mức

- Để nâng cao tính ổn định nhiệt và điện động của các thiết bị điện, hạn chế sự phá hoại của dòng điện ngắn mạch gây re, Aptomat phải có thời gian cắt nhanh, Muốn vậy thường phải kết hợp lực thao tác cơ học với thiết bị dập hồ quang bên trong Aptomat

- Để thực hiện yêu cầu bảo vệ có chọn lọc, Aptomat cần phải có khả năng điều chỉnh trị số dòng điện đặt và thời gian tác động

2.2.6. Rơle áp suất cao và thấp

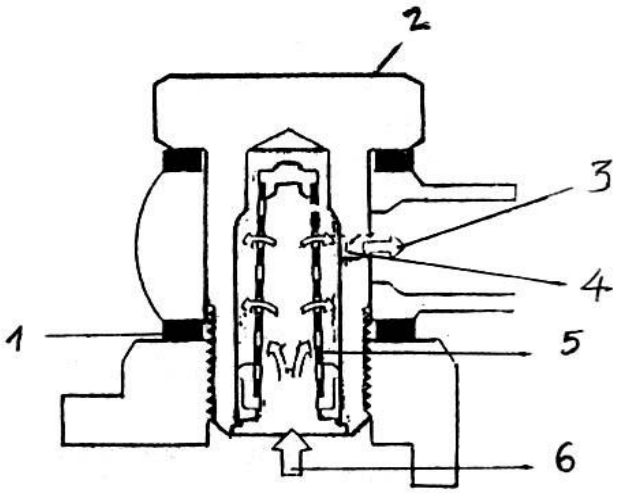
Có thể chia rơle áp suất ra các loại sau :

+ Rơle áp suất : Là các dụng cụ có thể ngắt và đóng trong quá trình điều chỉnh khi áp suất tăng quá hoặc giảm quá so với trị số đã cho trước.

+ Rơle áp suất an toàn : Là dụng cụ có thể ngắt mạch điện khi áp suất vượt quá các giá trị áp suất cao hoặc thấp đặt trước của các thiết bị (bình cao áp, chai gió …) và khi nào áp suất thay đổi trở lại khoảng vận hành an toàn thì rơle tự động đóng trở lại.

+ Rơle áp suất khoá an toàn : Là các dụng cụ có thể ngắt mạch điện khi áp suất vượt quá các giá trị áp suất cao hoặc thấp đặt trước, khoá này không tự động đóng lại, để đóng lại phải dùng tay hoặc các dụng cụ tác động.

2.2.7. Van hồi dầu



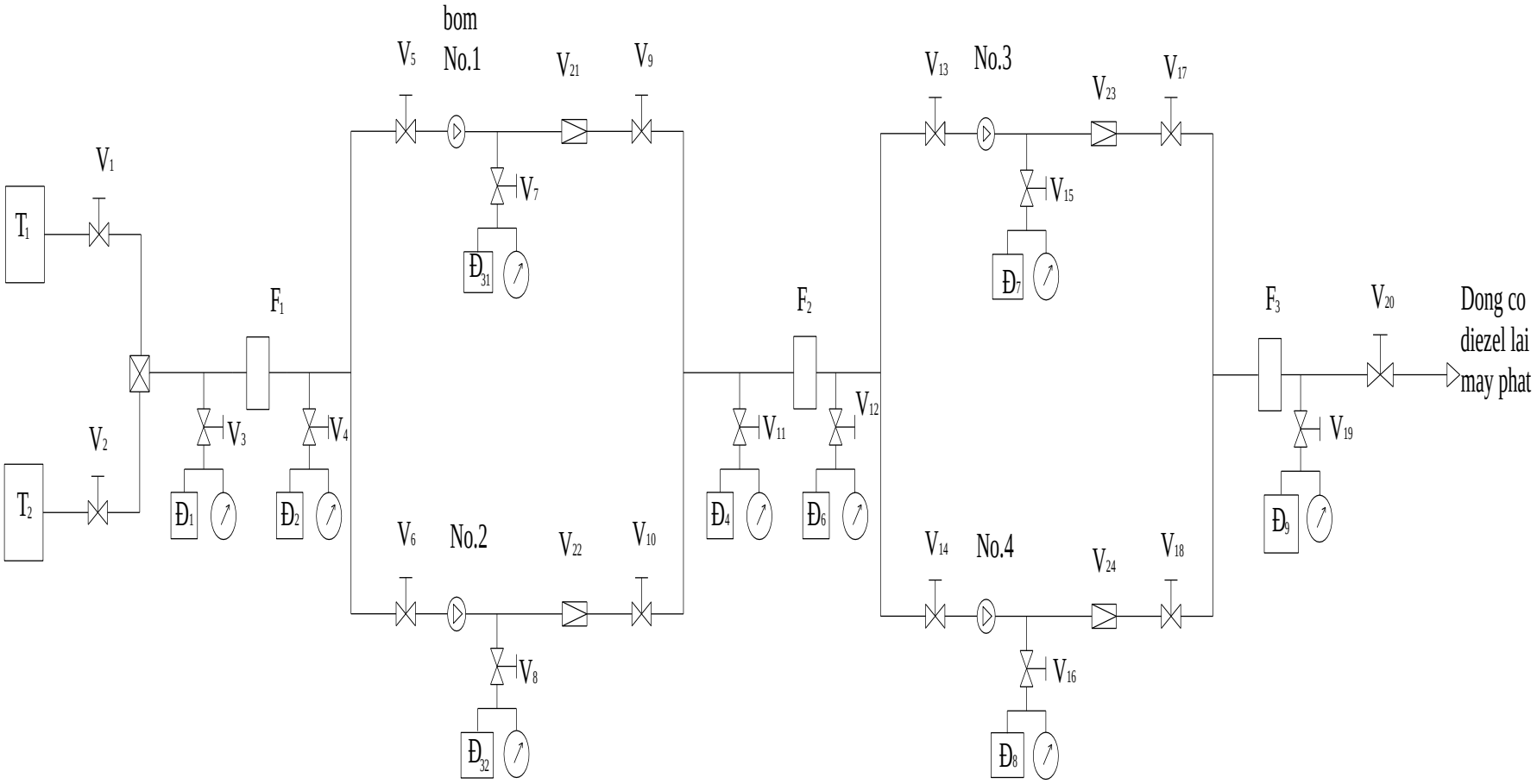
1. Đệm bằng đồng
2. Đầu nối
3. Đường dầu ra
4. Lỗ khoan
5. Lưới lọc
6. Đường dầu đến

Hình 2.3: Van hồi dầu

Đường dầu hồi được lắp bằng đầu nối vào lắp bơm nhằm ổn định áp suất của nhiên liệu trong bơm phân phối VE. Sự thông nhau đường ra với đầu nối bằng lỗ khoan nó làm thay đổi bằng một lượng nhiên liệu trả lại thùng nhiên liệu qua lỗ khoan nhỏ khoảng 0,6 mm. Nó chia nhiên liệu tràn qua và hạn chế sự tan chảy khi có mặt lỗ khoan có kích thước được tính toán để duy trì bởi vì dù đã xác định áp suất đúng theo yêu cầu của lỗ khoan, nó điều khiển lượng nhiên liệu, áp suất nhiên liệu ngoài ra nó còn có tác dụng là dùng để xả e (Khí) ở trong của khoang cao áp

2.3. Thiết kế hệ thống

2.3.1. Sơ đồ cấu trúc hệ thống bơm tăng áp 2 cấp



Hình 2.4: Sơ đồ cấu trúc hệ thống bơm tăng áp 2 cấp

Sơ đồ cấu trúc hệ thống bơm tăng áp 2 cấp (Hình 2.4).Hệ thống gồm có 4 bơm (được lai bởi 4 động cơ điện không đồng bộ roto lồng sóc).Có các điểm khởi động là No1-No4, No1-No3, No2- No3, No2- No4, khi khởi động chỉ 1 trong 4 cặp bơm hoạt động. Khi áp suất đầu ra không đủ thì sẽ tự động mở cặp bơm còn lại. Điểm đo Đ1 đo áp suất đầu vào hệ thống, đầu đo Đ31, Đ32 giám sát và tự động điều khiển máy bơm.

Nguyên lý hoạt động:

Nếu chất lỏng được lấy khỏi hệ thống hoặc bị rò rỉ trong khi các bơm đang dừng, áp suất sẽ giảm và công tắc áp suất đặt ở chế độ cao nhất bị đóng dẫn đến bơm thứ nhất sẽ khởi động.

Nếu lưu lượng cấp nhiều hơn lưu lượng của 1 bơm, áp suất sẽ tiếp tục bị giảm xuống, dẫn đến công tắc áp suất tiếp theo bị đóng và bơm thứ hai khởi động. Khi nguồn cung cấp đầy áp và lưu lượng đầu xả bị giảm, áp lực của hệ thống được nâng lên ,làm cho công tắc áp suất mở và bơm dừng theo thứ tự. Thứ tự đảo chiều khởi động của 2 động cơ sẽ giảm số lần khởi động của mỗi bơm trong 1 giờ và đảm bảo rằng cả hai bơm đều được sử dụng.

Sơ đồ trên (Hình 2.4) là sơ đồ hệ thống bơm tăng áp 2 cấp làm nhiệm vụ bơm dầu cho hệ thống phát điện dự phòng công suất lớn. Hệ thống có công dụng hút dầu từ thùng chứa, lọc sạch và tạo áp lực cao phun vào buồng đốt của động cơ diezen, đúng thời điểm và lượng nhiên liệu phù hợp với phụ tải của động cơ.Trong động cơ diezen có gắn cảm biến D10 để lượng dầu cần bơm để điều khiển các bơm.

Kí hiệu sơ đồ

V_1-V_{20} : Các van đóng mở

V_{21}-V_{24} : Các van 1 chiều

$Đ_1$: đo áp suất đầu vào của hệ thống. Đưa về hệ thống điều khiển, quyết định cho hệ thống làm việc hay không. Đưa về cho hệ thống giám sát thông báo mức chất lỏng trong thùng và đưa ra các mức cần báo động.

$Đ_2$: đo áp suất ở phía sau lọc thứ 1, đưa về để báo động lọc bị thủng hoặc bị tắc.

$Đ_3$: đo áp suất đầu ra của bơm

Về điều khiển, cung cấp tín hiệu cho điều khiển để quyết định cho chạy bơm vào.

$Đ_5$: đo đầu ra của finter 2

$Đ_6$, $Đ_7$:đo tương tự như $Đ_3$

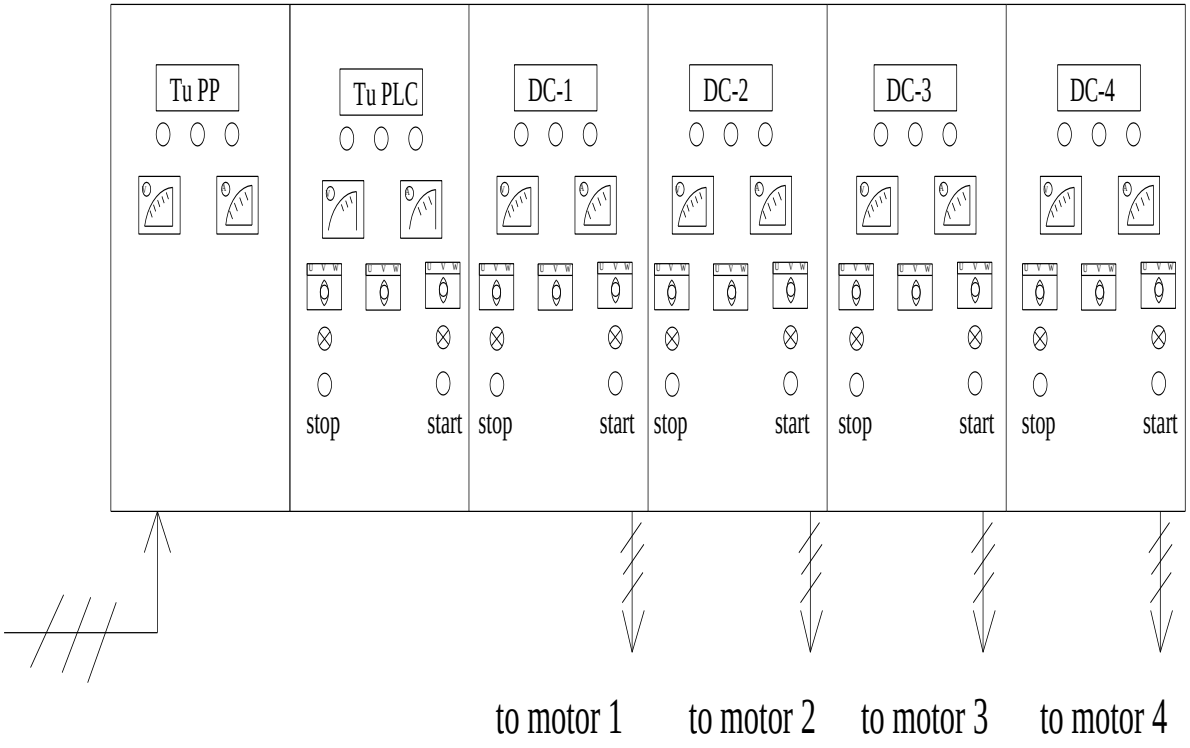
$Đ_8$: đo tương tự như $Đ_4$

2.4. Xây dựng cấu trúc hệ thống

2.4.1. Thiết kế tủ động lực

+ Phương án : điều khiển tập trung

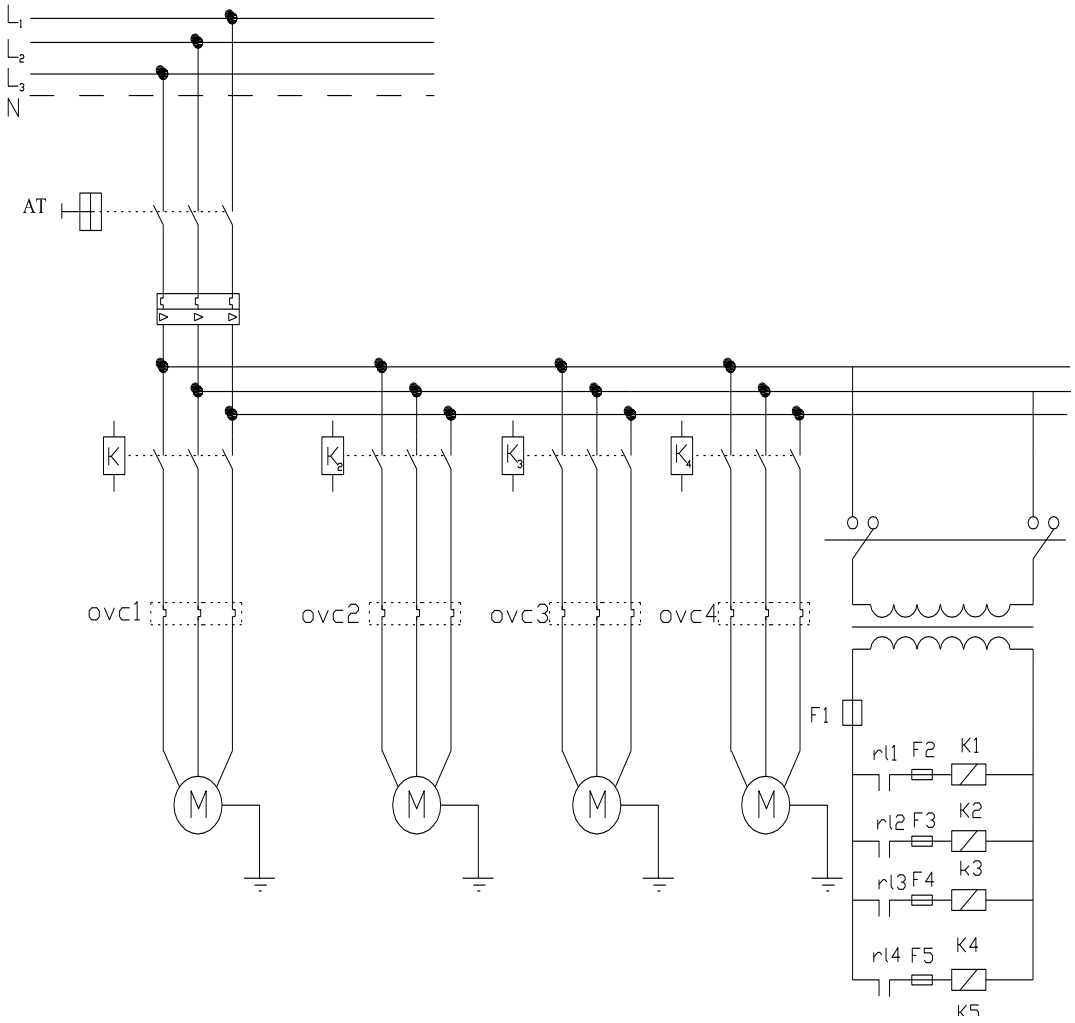
Giải thích hình 2.5: các tủ điều khiển và cấp nguồn cho đông cơ được lắp đặt tập trung tại 1 phòng cách xa hệ thông bơm



Hình 2.5: Sơ đồ tủ điều khiển tập trung

2.4.2. Xây dựng mạch động lực

Mạch điện động lực còn gọi là mạch điện nguồn là mạch điện cấp điện nguồn để chạy các thiết bị trên hệ thống như : máy nén, bơm,quạt.....Dòng điện trong mạch điện động lực lớn nhỏ tùy thuộc vào công suất của thiết bị và do đó công suất các thiết bị đi kèm mạch điện động lực phụ thuộc công suất thiết bị và lựa chọn một các tương ứng. Nguồn cấp cho mạch động lực được lấy từ trạm biến áp của nhà máy.



Hình 2.6: Sơ đồ mạch động lực của hệ thống

Yêu cầu công nghệ :

Hệ thống gồm có 4 bơm (được lai bởi 4 động cơ điện không đồng bộ roto lồng sóc).Có các điểm khởi động là No1-No4, No1-No3, No2- No3, No2-

No4, khi khởi động chỉ 1 trong 4 cặp bơm hoạt động. Khi áp suất đầu ra không đủ thì sẽ tự động mở cặp bơm còn lại. Điểm đo Đ1 đo áp suất đầu vào hệ thống, đầu đo Đ31, Đ32 giám sát và tự động điều khiển máy bơm.

2.4.3. Xây dựng mạch điều khiển

Hiện nay do yêu cầu kích thước gọn nhẹ, độ tin cậy cao nên tự động hóa là xu hướng phát triển chung trong thực tế chế tạo và vận hành các hệ thống. Trong các hệ thống bơm chất lỏng bình hở, tự động hóa nhằm đạt được các mục đích và yêu cầu sau đây:

- Giảm bớt hoặc giảm hẳn sự phục vụ của con người đối với sự hoạt động của hệ thống.
- Nâng cao tính kinh tế, tính an toàn, độ tin cậy và tuổi thọ của hệ thống.
- Nâng cao hiệu suất công việc.

Dựa trên các tiêu chí trên , ta sẽ chọn thiết bị điều khiển hoạt động của toàn bộ hệ thống đó là PLC S7-300 của Siemens với một số lí do sau đây:

Các thiết bị điều khiển PLC tạo thêm sức mạnh, tốc độ và tính linh hoạt cho các hệ thống công nghiệp. Bằng sự thay thế các phần tử cơ điện bằng PLC, quá trình điều khiển trở nên nhanh hơn, rẻ hơn, và quan trọng nhất là hiệu quả hơn. PLC là sự lựa chọn tốt hơn các hệ thống rơle hay máy tính tiêu chuẩn.

- Tốn ít không gian: Một PLC cần ít không gian hơn một máy tính tiêu chuẩn hay tủ điều khiển rơle để thực hiện cùng một chức năng.
- Tiết kiệm năng lượng: PLC tiêu thụ năng lượng ở mức rất thấp, ít hơn cả các máy tính thông thường.
- Giá thành thấp: Một PLC giá tương đương cỡ 5 đến 10 rơle, nhưng nó có khả năng thay thế hàng trăm rơle.

- Khả năng thích ứng với môi trường công nghiệp: Các vỏ của PLC được làm từ các vật liệu cứng, có khả năng chống chịu được bụi bẩn, dầu mỡ, độ ẩm, rung động và nhiễu. Các máy tính tiêu chuẩn không có khả năng này.

- Giao diện trực tiếp: Các máy tính tiêu chuẩn cần có một hệ thống phức tạp để có thể giao tiếp với môi trường công nghiệp. Trong khi đó các PLC có thể giao tiếp trực tiếp nhờ các mô đun vào ra I/O đã được chế tạo sẵn theo chuẩn công nghiệp.

- Lập trình dễ dàng: Phần lớn các PLC sử dụng ngôn ngữ lập trình là sơ đồ hình thang, tương tự như sơ đồ đấu nối của các hệ thống điều khiển rơle thông thường.

- Tính linh hoạt cao: Chương trình điều khiển của PLC có thể thay đổi nhanh chóng và dễ dàng bằng cách nạp lại chương trình điều khiển mới vào PLC bằng bộ lập trình, bằng thẻ nhớ, hoặc bằng truyền tải qua mạng.

Ưu thế về phần mềm:

- PLC có nhiều công cụ lập trình dựa trên tiêu chuẩn IEC 1131-3.

- Sử dụng ngôn ngữ lập trình bậc cao tạo ra khả năng viết những chương trình lớn và phức tạp khi giao tiếp với các thiết bị ngoại vi hay truy cập dữ liệu chương trình.

- Cấu trúc các khối chức năng được sử dụng cho các bộ lập trình Ladder làm tăng khả năng lập trình bằng những lệnh đơn giản.

- Cho phép xác định các lỗi của bộ điều khiển cũng như các lỗi của thiết bị trong quá trình sản xuất.

- Cung cấp các phép toán với số thực dấu phẩy động tạo ra khả năng tính toán các bài toán phức tạp

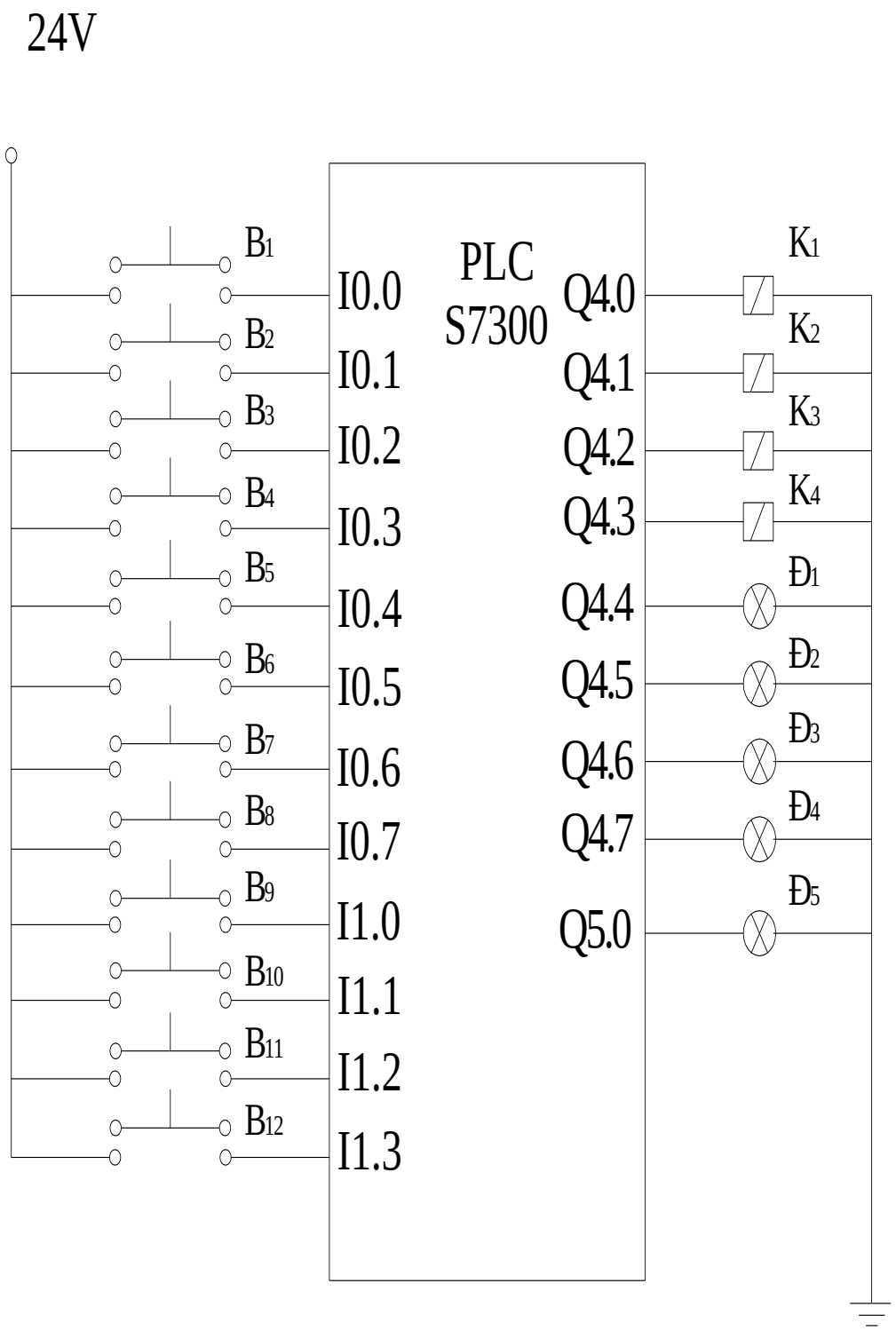
1. Phân công cổng đầu vào của PLC

Đầu vào	Địa chỉ	Kí hiệu trên PLC
Nút ấn Start	I0.0	B_1
Nút ấn Stop	I0.1	B_2
Cảm biến D1	I0.2	B_3
Cảm biến D2	I0.3	B_4
Cảm biến $D3_1$	I0.4	B_5
Cảm biến $D3_2$	I0.5	B_6
Cảm biến D4	I0.6	B_7
Cảm biến D6	I0.7	B_8
Cảm biến D7	I1.0	B_9
Cảm biến D8	I1.1	B_{10}
Cảm biến D9	I1.2	B_{11}
Cảm biến D10	I1.3	B_{12}

1. Phân công cổng đầu ra của PLC

Đầu ra	Địa chỉ	Kí hiệu trên PLC
Cuộn hút rơle 1 cấp nguồn cho động cơ lai bơm 1	Q4.0	K_1
Cuộn hút rơle 1 cấp nguồn cho động cơ lai bơm 2	Q4.1	K_2
Cuộn hút rơle 1 cấp nguồn cho động cơ lai bơm 3	Q4.2	K_3
Cuộn hút rơle 1 cấp nguồn cho động cơ lai bơm 4	Q4.3	K_4
Đèn báo áp suất đầu đo D1	Q4.4	$Đ_1$
Đèn báo áp suất đầu đo D2	Q4.5	$Đ_2$
Đèn báo áp suất đầu đo D4	Q4.6	$Đ_3$
Đèn báo áp suất đầu đo D6	Q4.7	$Đ_4$
Đèn báo áp suất đầu đo D9	Q5.0	$Đ_5$

2. Sơ đồ mạch điều khiển



Hình 2.7: Sơ đồ mạch điều khiển sử dụng PLC S7- 300

CHƯƠNG 3.

THIẾT KẾ CHƯƠNG TRÌNH ĐIỀU KHIỂN

3.1. Tổng quan về PLC S7-300

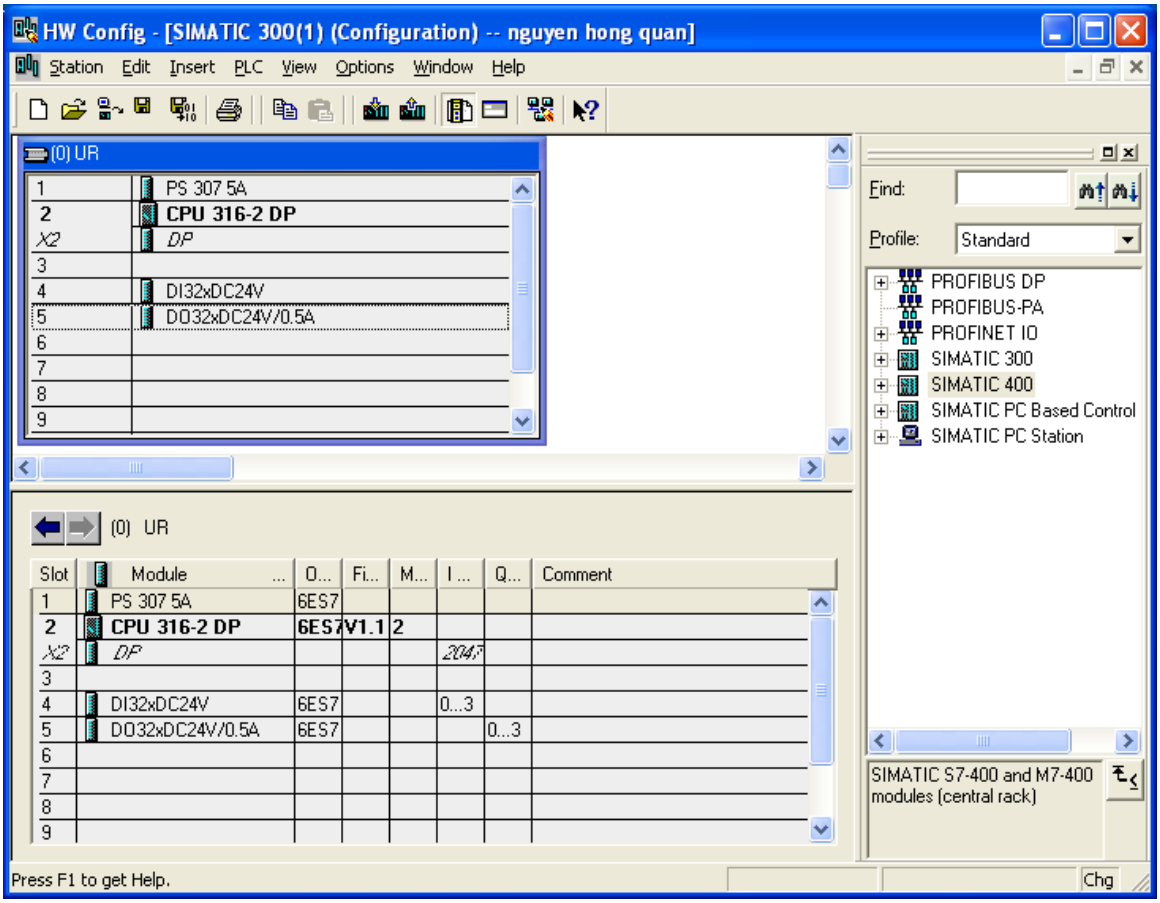
PLC- S7-300 cấu trúc dạng module gồm các thành phần sau:

- CPU các loại khác nhau: 312FM, 312C, 313C, 314, 314FM, 314C, 315-2DP, 316-2DP, 318…
- Module tín hiệu SM xuất nhập tín hiệu tương đồng / số: SM321, SM374…
- Module chức năng FM
- Module truyền thông CP
- Module nguồn PS307 cấp nguồn 24VDC cho các module khác, dòng 2A, 5A, 10A

Các module được gắn trên thanh ray, tối đa 8 module SM/FM/CP ở bên phải CPU tạo thành một rack. Mỗi module được gắn một số slot tính từ trái sang phải: module nguồn là slot 1, module CPU là slot 2, module kế mang số 4. Các module được đánh số theo slot và dùng làm cơ sở để đặt địa chỉ đầu cho các module ngõ vào ra tín hiệu. Đối với CPU 315-2DP, 316- 2DP có thể gán địa chỉ tùy ý cho các module

Cấu hình cứng của trạm PLC được khai báo bằng phần mềm Step7 như sau:

- Module nguồn: PS 307 5A
- Module CPU 316 -2DP
- Module tín hiệu vào DI32xDC24V do có tổng cộng 10 tín hiệu vào và các tín hiệu vào là tín hiệu số.
- Module đầu ra DO32xDC24V/0.5A do có tổng cộng 8 tín hiệu đầu ra và các tín hiệu ra là tín hiệu số



Hình 3.1: Cấu hình cứng của trạm PLC S7 – 300

Ưu điểm của hệ điều khiển PLC :

Sự ra đời của hệ điều khiển PLC đã làm thay đổi hẳn hệ thống điều khiển cũng như các quan niệm thiết kế về chúng, hệ điều khiển dùng PLC có nhiều ưu điểm như sau:

- Giảm 80% Số lượng dây nối.

- Công suất tiêu thụ của PLC rất thấp .

- Có chức năng tự chuẩn đoán do đó giúp cho công tác sửa chữa được nhanh chóng và dễ dàng.

- Chức năng điều khiển thay đổi dễ dàng bằng thiết bị lập trình (máy tính, màn hình) mà không cần thay đổi phần cứng nếu không có yêu cầu thêm bớt các thiết bị xuất nhập.

- Số lượng Rơle và Timer ít hơn nhiều so với hệ điều khiển cổ điển.

- Số lượng tiếp điểm trong chương trình sử dụng không hạn chế.

- Thời gian hoàn thành một chu trình điều khiển rất nhanh (vài mS) dẫn đến tăng cao tốc độ sản xuất .

- Chi phí lắp đặt thấp .

- Độ tin cậy cao.

- Chương trình điều khiển có thể in ra giấy chỉ trong vài phút giúp thuận tiện cho vấn đề bảo trì và sửa chữa hệ thống.

Ứng dụng của hệ thống điều khiển PLC

Từ các ưu điểm nêu trên, hiện nay PLC đã được ứng dụng trong rất nhiều lĩnh vực khác nhau trong công nghiệp như:

- Hệ thống nâng vận chuyển.
- Dây chuyền đóng gói.
- Các ROBOT lắp giáp sản phẩm .
- Điều khiển bơm.
- Dây chuyền xử lý hoá học.
- Công nghệ sản xuất giấy .
- Dây chuyền sản xuất thuỷ tinh.
- Sản xuất xi măng.
- Công nghệ chế biến thực phẩm.
- Dây chuyền chế tạo linh kiện bán dẫn.
- Dây chuyền lắp giáp Tivi.
- Điều khiển hệ thống đèn giao thông.
- Quản lý tự động bãi đậu xe.
- Hệ thống báo động.
- Dây truyền may công nghiệp.
- Điều khiển thang máy.
- Dây chuyền sản xuất xe Ôtô.
- Sản xuất vi mạch.
- Kiểm tra quá trình sản xuất .

Quy trình thiết kế chương trình điều khiển dùng PLC

1. Xác định qui trình điều khiển:

Điều đầu tiên cần biết là đối tượng điều khiển của hệ thống, mục đích chính của PLC là phải điều khiển được các thiết bị ngoại vi. Các chuyển động của đối tượng điều khiển được kiểm tra thường xuyên bởi các thiết bị vào, các thiết bị này gửi tín hiệu đến PLC và tiếp theo đó PLC sẽ đưa tín hiêu điều khiển đến các thiết bị để điều khiển chuyển động của đối tượng. Để đơn giản, qui trình điều khiển có thể mô tả theo lưu đồ (hình vẽ 3.2).

2. Xác định tín hiệu vào ra:

Bước thứ hai là phải xác định vị trí kết nối giữa các thiết bị vào ra với PLC. Thiết bị vào có thể là tiếp điểm, cảm biến, Thiết bị ra có thể là Rơle điện từ, Motor, đèn, Mỗi vị trí kết nối được đánh số tương tự ứng với PLC sử dụng.

3. Soạn thảo chương trình:

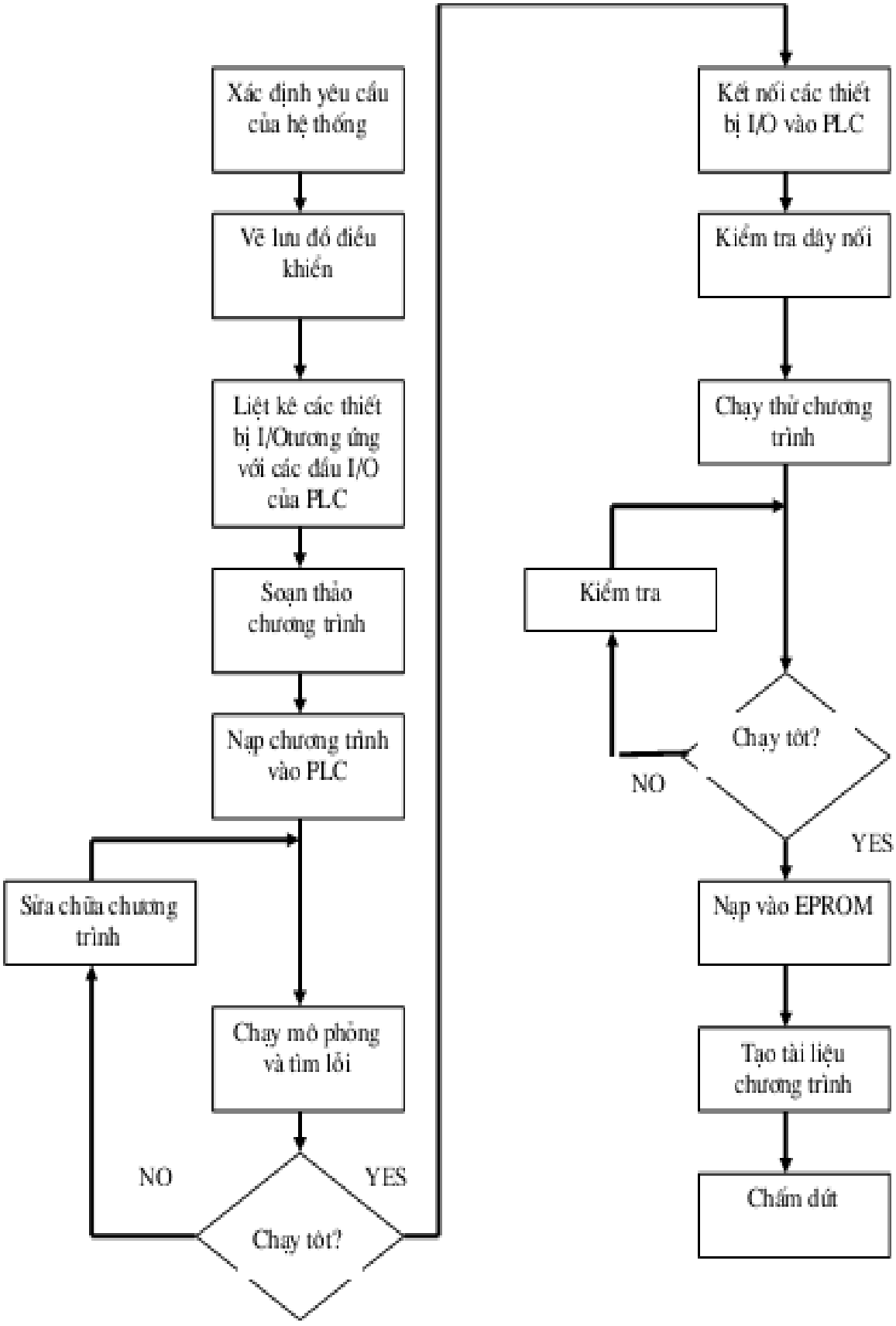
Chương trình điều khiển được soạn thảo dưới dạng lưu đồ hình thang như đã trình bày ở bước 1.

4. Nạp chương trình vào bộ nhớ:

Cấp nguồn cho PLC, cài đặt cấu hình khối giao tiếp I/O nếu cần (Phụ thuộc vào từng loại PLC). Sau đó nạp chương trình soạn thảo trên màn hình vào bộ nhớ của PLC. Sau khi hoàn tất nên kiểm tra lỗi bằng chức năng tự chuẩn đoán và nếu có thể thì chạy chương trình mô phỏng hoạt động của hệ thống (Ví dụ chương trình S7-SIM, S7- VISU,...).

5. Chạy chương trình:

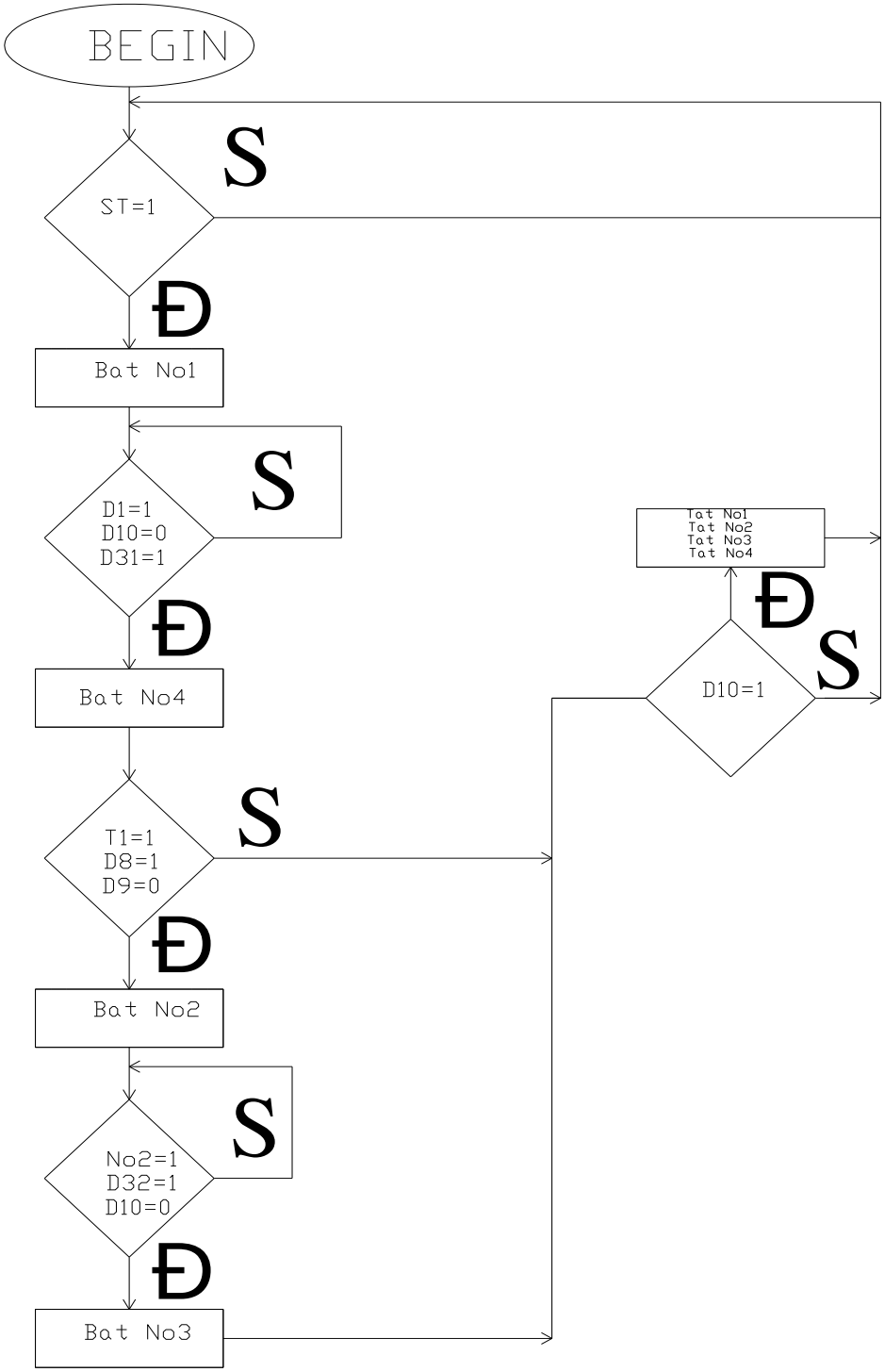
Trước khi khởi động hệ thống cần phải chắc chắn dây nối từ PLC đến các thiết bị ngoại vi là đúng, trong quá trình chạy kiểm tra có thể cần thiết phải thực hiện các bước tinh chỉnh hệ thống nhằm đảm bảo an toàn khi đưa vào hoạt động thực tế.



Hình 3.2: Quy trình thiết kế một hệ thống điều khiển bằng PLC

3.2. Chương trình điều khiển trên PLC

3.2.1. Lưu đồ thuật toán



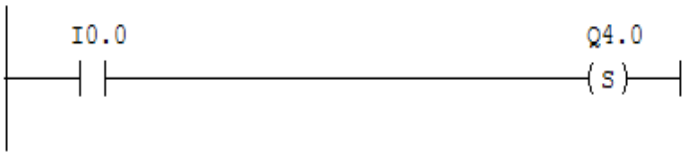
Hình 3.3: Lưu đồ thuật toán khối chương trình chính

3.2.2. Viết chương trình điều khiển

Chương trình viết trên phần mềm Step 7 :

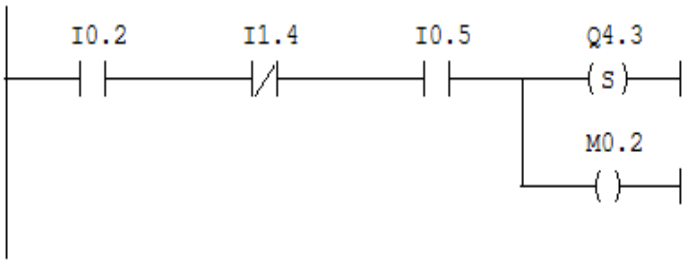
Network 1 : Title:

An Start khoi dong may bom 1



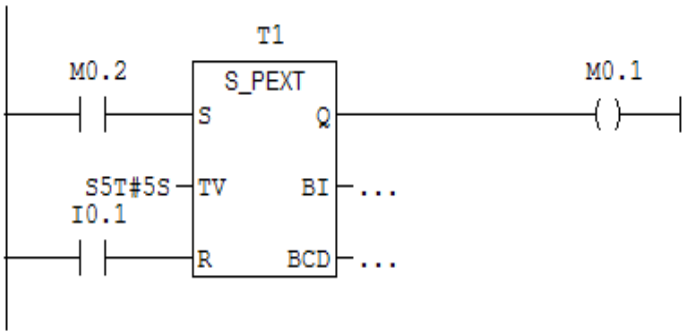
Network 2 : Title:

Neu D1 = 1, D10 = 0, D31 = 1 thi bat may bom 4

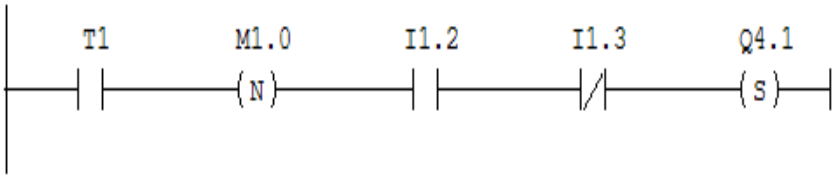


Network 3 : Title:

Bom trong 5s

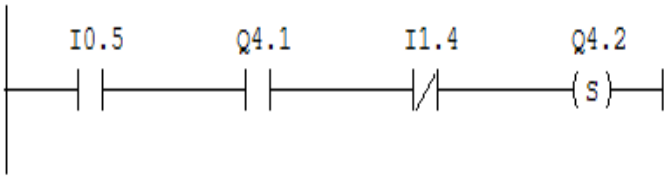


kiem tra D8 =1, D9=0 (khong du ap suat can dat) bat may bom 2



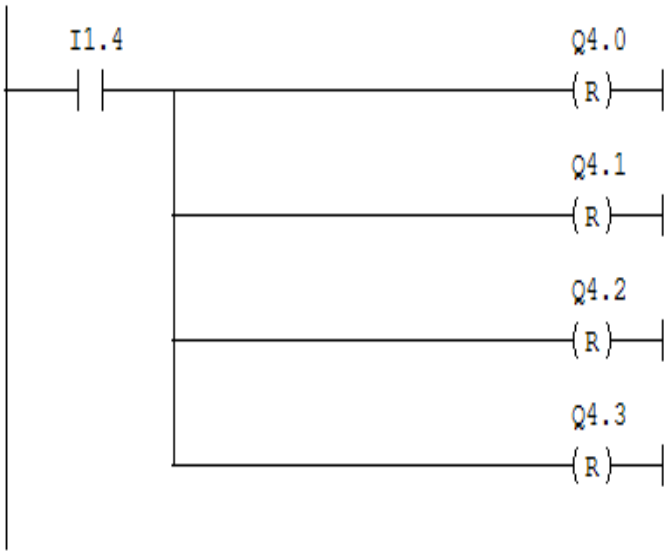
Network 5 : Title:

May bom 2 da dc bat, D32=1, D10=0 thi bat may bom 3

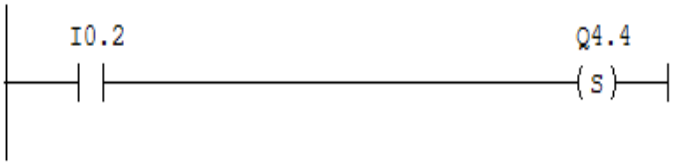


Network 6 : Title:

Neu D10=1 thi tat het may bom



Du ap suat diem do D1 den D1 sang

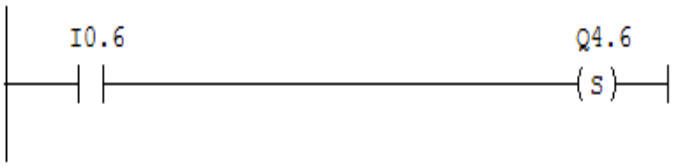


Network 8 : Title:

Du ap suat diem do D2 den D2 sang

Network 9 : Title:

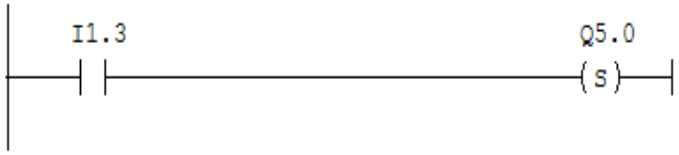
Du ap suat diem do D4 den D4 sang



Network 10 : Title:

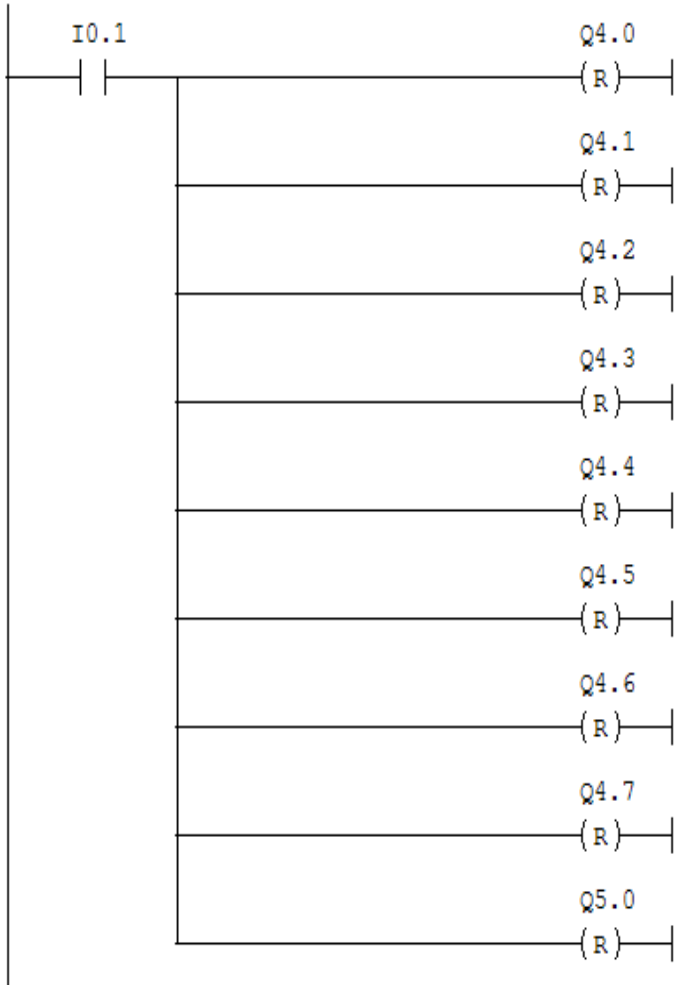
Du ap suat diem do D6 den D6 sang

Du ap suat diem do D9 den D9 sang



Network 12: Title:

An Stop

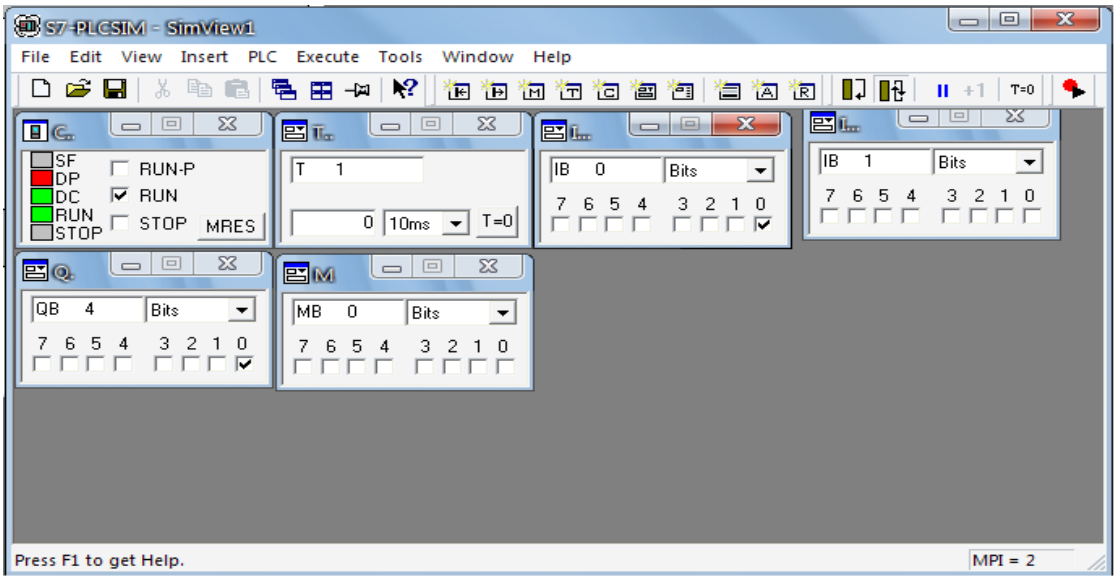


Sau khi đã viết xong chương trình điều khiển ta tiến hành download tới PLC (ở đây chính là tới phần mềm S7-PLCSIM để có thể mô phỏng).

3.3. Mô phỏng

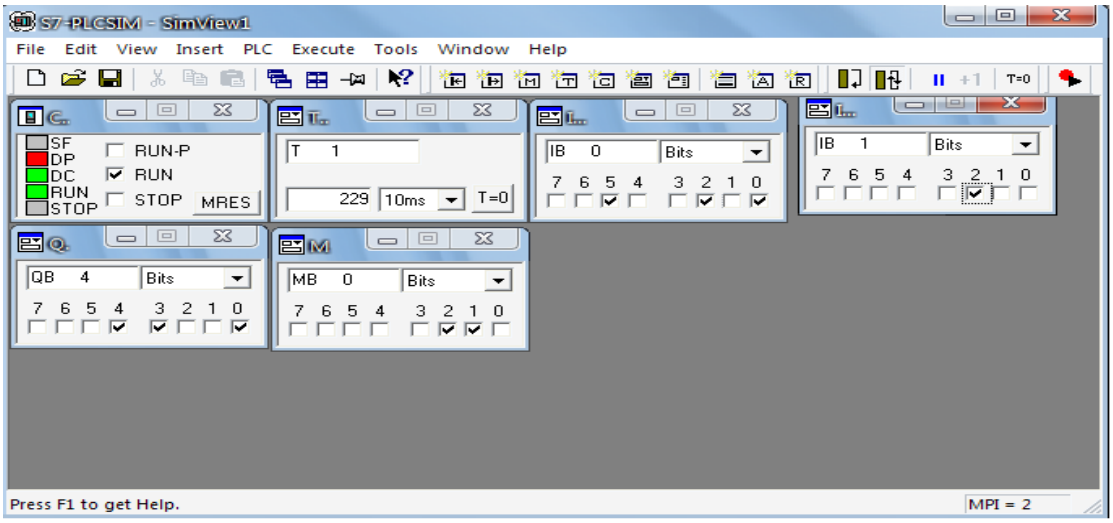
Ta sử dụng phần mềm S7-PLCSIM để mô phỏng cho chương trinh đã viết bởi phần mềm Step 7.

a.Khi ấn Start



Khởi động mấy bơm 1 (Q4.0 = 1 cấp nguồn cho cuộn hút role đóng tiếp điểm thường mở cấp nguồn cho cuộn hút contactor)

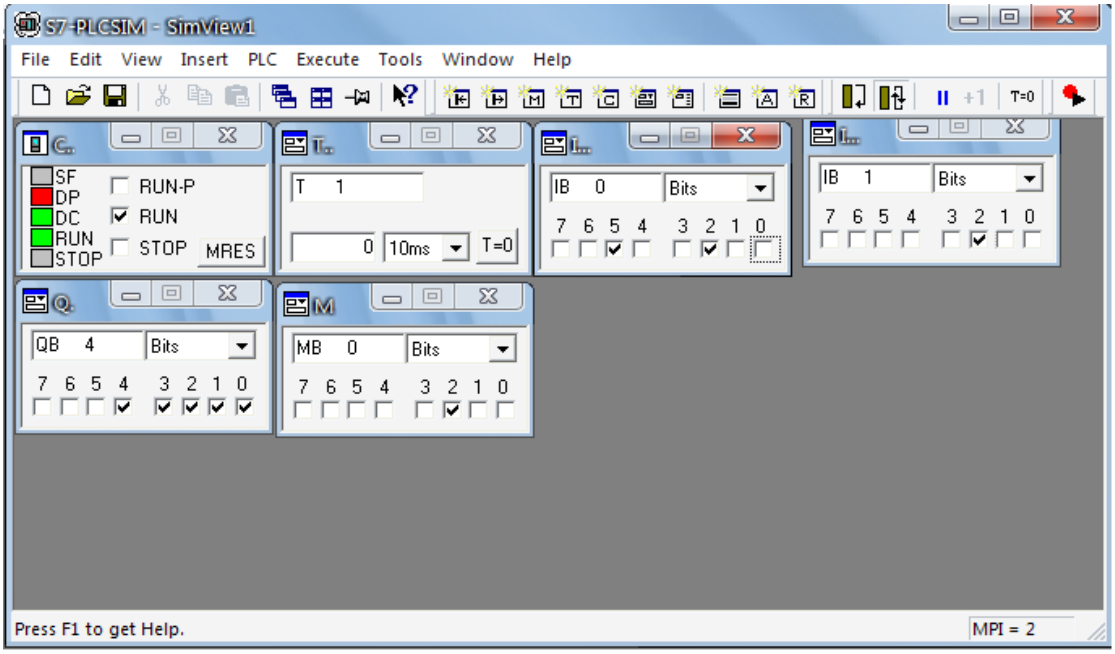
b. Nếu đầu đo D1 có tín hiệu, bình chứa có mực nước thấp, điểm đo D31 có tín hiệu



Bật máy bơm 4 (Q4.3=1)

c. Lúc này 1 timer được bật lên trong vòng 5s, trong thời gian này nếu:

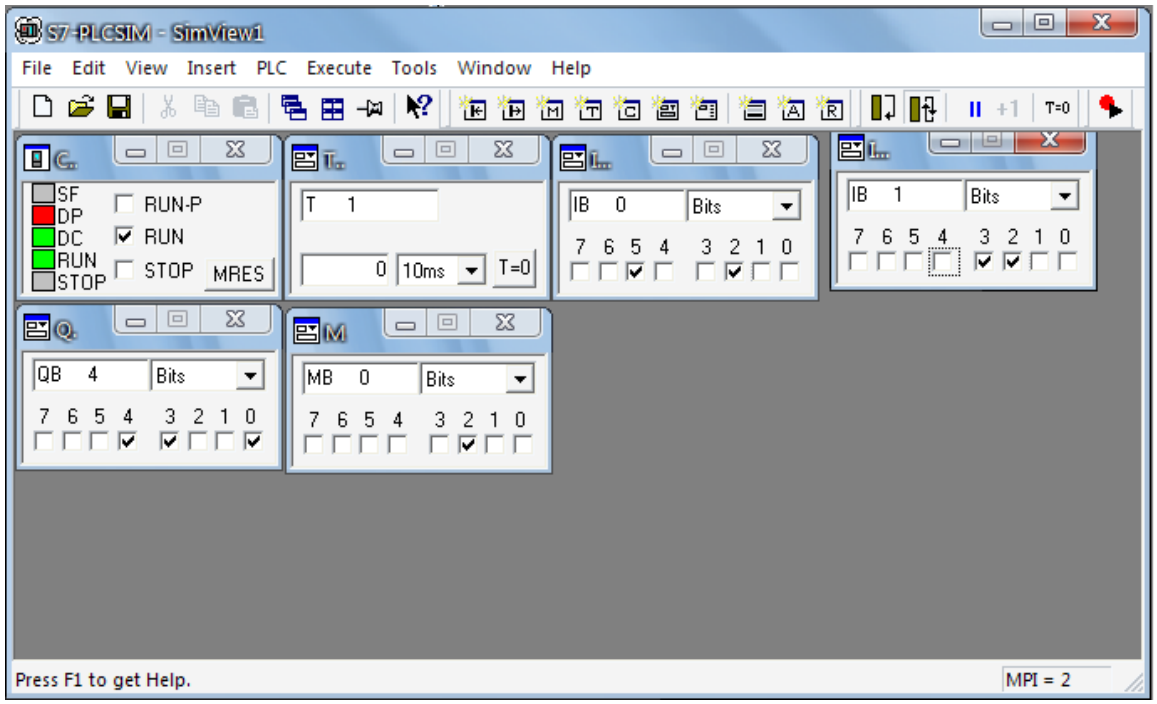
- Điểm đo D8 có tín hiệu nhưng diểm đo D9 chưa đủ áp suất quy định



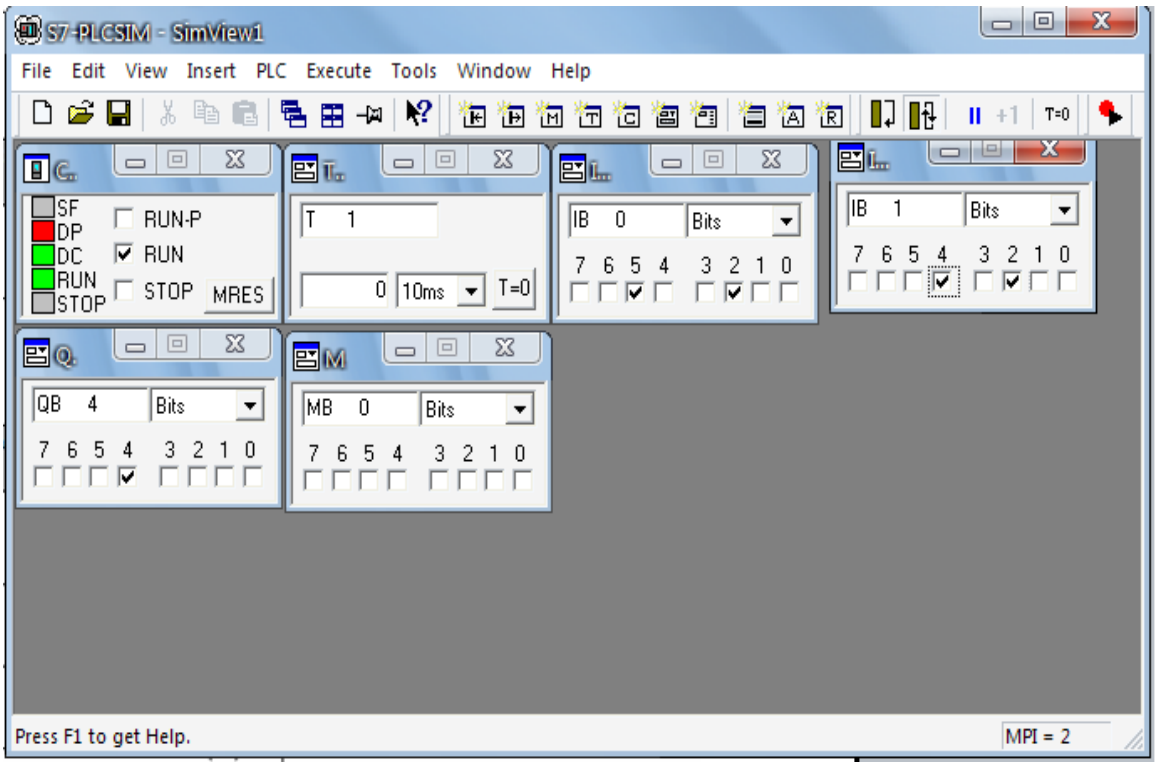
Thì bật máy bơm 2 (Q4.1 =1)

Khi máy bơm 3 đã được bật đồng thời điểm đo D32 có tín hiệu, và bình chứa vẫn ở mức thấp thì bật máy bơm 3 (Q4.2=1)

-Điểm đo D8 có tín hiệu nhưng điểm đo D9 cũng có tín hiệu báo đủ áp suất quy định

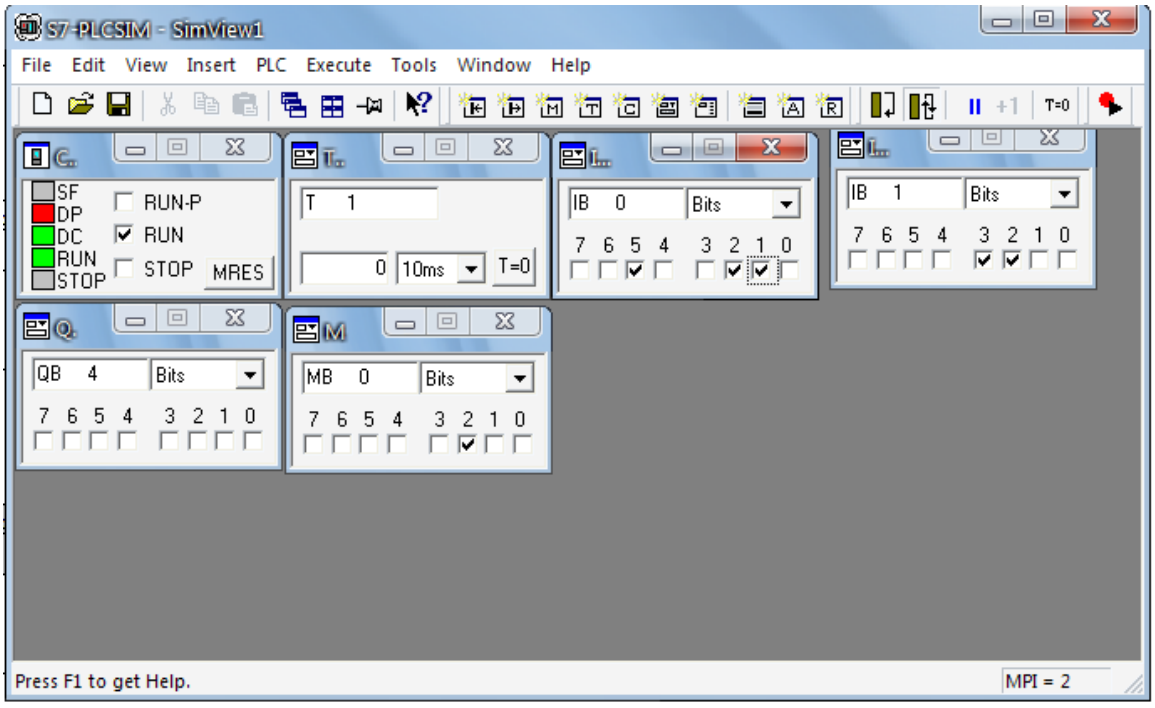


Tiếp tục bơm cho đến khi điểm đo D10 báo mức nước đầy có tin hiệu (D10=1) thì dừng các máy bơm đang hoạt động



d. Ấn nút Stop

Dừng hoạt động tất cả các máy bơm đang hoạt động và xóa tất cả bộ nhớ đệm đang sử dụng.



KẾT LUẬN

Trang bị điện điện tử là môn học rất quan trọng trong chương trình đào tạo sinh viên ngành tự động hoá bởi lẽ nó có ứng dụng rất lớn lao trong các nhà máy, cơ sở sản xuất. Nắm vững những kiến thức về môn học này cho phép ta phân tích, thiết kế các hệ thống truyền động đảm bảo yêu cầu về chất lượng tối ưu nhất và có lợi về kinh tế.

Qua một thời gian nỗ lực làm bài cho đến nay em đã hoàn thành đồ án với sự giúp đỡ nhiệt tình của các thầy giáo trong bộ môn đặc biệt là thầy giáo Hoàng Xuân Bình. Trong quá trình thực hiện chắc chắn bản thân em không thể tránh khỏi những thiếu sót, em rất mong nhận được những ý kiến đóng góp của các thầy và các bạn để bản đồ án này hoàn thiện hơn .

Em xin chân thành cảm ơn !

Hải Phòng, ngày tháng năm 2012

Sinh viên

Phạm Văn Tuân

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. PGS-TS. Hoàng Xuân Bình, Bài giảng Trang bị điện – điện tử máy công nghiệp dùng chung.

[2]. Nguyễn Doãn Phước, Phan Xuân Minh, Vũ Văn Hà, NXB Khoa học và kĩ thuật, Tự động hóa với Simantic S7-300 .

[3].GS-TSKH. Đinh Ngọc Hoàn, Máy Điện, NXB Xây Dựng

[4]. PGS-TS. Hoàng Xuân Bình, KS Trần Tiến Lương,Bài giảng điều khiển quá trình